



CARACTERIZACIÓN DE ESPECIES FITOPATÓGENAS DE  
*PYTHIUM* Y *PHYTOPHTHORA* (PERONOSPOROMYCETES)  
EN CULTIVOS ORNAMENTALES DEL CINTURÓN  
VERDE LA PLATA-BUENOS AIRES Y OTRAS ÁREAS Y  
CULTIVOS DE INTERÉS

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE DOCTOR EN CIENCIAS  
NATURALES FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

HEMILSE ELENA PALMUCCI

DIRECTOR: ING. AGR. SILVIA WOLCAN

CODIRECTOR: DRA MÓNICA STECIOW

AÑO 2015

## AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNYM) por brindarme la posibilidad de realizar este trabajo

A la Ing Agr Silvia Wolcan y a la Dra Mónica Steciow por sus sugerencias y comentarios en la ejecución y escritura de esta tesis.

A la Dra Gloria Abad, investigadora líder en Oomycetes en el “USDA- Molecular Diagnostic Laboratory (MDL)”, por su invaluable y generosa colaboración en mi formación a través de sus conocimientos, por brindarme la posibilidad de llevar a cabo los trabajos moleculares en el MDL-Maryland-USA y apoyar mi participación en workshops internacionales y reuniones de la especialidad.

A la Ing Wolcan por aportar su valiosa colección para realizar parte de las tareas de identificación y por los significativos aportes realizados desde su experiencia.

A la Dra Gloria Abad, a la Ing. Agr. Silvia Wolcan, al Dr R. Dehley y al Ing. Agr. Carlos Carloni por la provisión de valiosas referencias bibliográficas.

Al Ing Agr M Sc Pablo Grijalba por acompañarme en la ardua tarea de introducirnos al mundo de los Oomycetes a través de nuestras tesis doctorales y los proyectos de investigación que compartimos, y por sus consejos y colaboración en aspectos biomoleculares.

A mis compañeros del Proyecto Ubacyt, Lic. Elisa Fantino, Cecilia Herrera y estudiantes tesistas quienes colaboraron en el mantenimiento de la colección, la ejecución de algunas pruebas de patogenicidad y apoyo técnico en tareas de laboratorio.

A los productores que facilitaron mi ingreso a sus establecimientos o me enviaron muestras enfermas, a los Ings Agrs Daniel Morisigue y Oscar Herrera, a los viveros “Plugsystem” y “La Facultad”, por facilitarme plantas para la realización de las pruebas de patogenicidad.

A la Dra Mary Palm, Directora del que fuera el “USDA- MDL-Maryland-USA”, por facilitar mi estadía de entrenamiento.

Al Dr Seoghan Kant de la “Penn State University” por los insumos donados para parte de los estudios moleculares y al Dr Balci de la “University of Maryland” por facilitar instrumental óptico para toma de fotografías microscópicas en 2012.

Muy especialmente a mi esposo y mi hija que me acompañaron estos años con su amor y paciencia.

## INDICE GENERAL

<b>AGRADECIMIENTOS</b>	2
<b>RESUMEN</b>	8
<b>ABSTRACT</b>	12
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
Evolución del conocimiento de los géneros <i>Pythium</i> y <i>Phytophthora</i> en Argentina	17
1. Hábito nutricional y sintomatología.	17
2. Ubicación taxonómica.	20
3. Caracterización morfológica.	24
4. Supervivencia y dispersión del inóculo. Relación con el manejo de la enfermedad	27
5. Criterios de clasificación: morfológico, molecular, filogenético.	31
6. Antecedentes sobre trabajos de relevamiento.	36
7. Estudios efectuados en Argentina	37
<b>HIPÓTESIS</b>	40
<b>OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS</b>	40
<b>CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR FLORÍCOLA Y DE LA REGIÓN EN ESTUDIO.</b>	
1. Caracterización general	43
2. Condiciones ambientales: clima y suelo	46
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
1. Antecedentes sobre especies fitopatógenas de los géneros <i>Pythium</i> y <i>Phytophthora</i> en Argentina.	49
2. Prospección de enfermedades en el Cinturón verde La Plata-Buenos Aires y otras áreas de interés.	50
3. Técnicas de aislamiento, purificación y mantenimiento de la colección	53
3.1 Aislamientos a partir de material sintomático.	53
3.2. Aislamiento desde agua de riego.	54
3.3. Medios de cultivo.	55
3.4. Purificación de los aislamientos.	55
3.5. Mantenimiento de la colección.	56
3.6. Depósito de los aislamientos en Colecciones micológicas y de secuencias en Bancos Genéticos	56
4. Identificación y descripción de los aislamientos por métodos micológicos clásicos.	57

4.1. Caracterización de la colonia	57
4.2. Caracterización morfológica	57
4.2.1. <i>Pythium</i> spp.	57
4.2.2. <i>Phytophthora</i> spp.	58
4.2.3. Estimulación de estructuras reproductivas	59
4.2.4. Observación de estructuras con microscopio óptico	60
4.3. Determinación de temperaturas de crecimiento	61
4.4. Identificación taxonómica	61
5. Pruebas de patogenicidad	62
5.1. Depósito de bloques de agar con inóculo en heridas	62
5.2. Colocación de agar con inóculo en contacto con las raíces	63
5.3. Aporte de inóculo utilizando un soporte orgánico	64
5.4. Inoculación con agua de riego	65
5.5. Inoculaciones en otros hospedantes	65
6. Identificación y caracterización de los aislamientos por métodos moleculares	65
6.1. Extracción del ADN	65
6.2. Amplificación del rADN	65
6.3. Purificación y secuenciación del rADN	66
6.4. Construcción de árboles filogenéticos	67
7. Aspectos referidos a la bibliografía utilizada en el presente estudio	67

## **RESULTADOS**

### **PARTE I. ANTECEDENTES SOBRE ESPECIES FITOPATÓGENAS DE OOMYCETES: STATUS DE LOS GÉNEROS *PYTHIUM* Y *PHYTOPHTHORA* EN ARGENTINA**

1. Introducción	
2. El género <i>Pythium</i> en Argentina	72
3. El género <i>Phytophthora</i> en Argentina	94

### **PARTE II. CARACTERIZACIÓN DE ESPECIES FITOPATÓGENAS DE *PYTHIUM* Y *PHYTOPHTHORA***

<b>INTRODUCCIÓN</b>	119
<b>GÉNERO <i>PYTHIUM</i></b>	122

<b>ESPECIES CON ESPORANGIOS LOBULADOS O FILAMENTOSOS</b>	123
<i>P. aphanidermatum</i>	123
<i>P. dissotocum</i>	140
<i>P. graminicola</i>	150
<b>ESPECIES CON ESPORANGIOS ESFÉRICOS, SUBESFÉRICOS O ELIPSOIDALES</b>	
<b>A. OOGONIOS LISOS</b>	
<i>P. cylindrosporum</i>	160
<i>P. sylvaticum</i>	169
<i>P. ultimum</i> var. <i>ultimum</i>	179
<i>P. ultimum</i> var. <i>sporangiiiferum</i>	187
<b>B. OOGONIOS ORNAMENTADOS</b>	
<i>P. irregulare</i>	192
<i>P. spinosum</i>	201
<b>C. ÓRGANOS SEXUALES AUSENTES</b>	
<i>P. intermedium</i>	208
<i>P. splendens</i>	217
<b>NUEVAS ESPECIES DE PYTHIUM</b>	
<i>Pythium</i> sp. nov. 1	224
<i>Pythium</i> sp. nov. 2	233
<b>GÉNERO PHYTOPYTHIUM</b>	
<i>Phytopythium chamaehyphon</i>	242
<b>ESPECIES DE PHYTOPHTHORA IDENTIFICADAS</b>	
<b>ESPECIES HETEROTÁLICAS ESPORANGIOS PAPILADOS</b>	
<i>Ph. capsici</i>	253
<i>Ph. nicotianae</i> = <i>parasitica</i>	267
<b>ESPECIES HETEROTÁLICAS ESPORANGIOS NO PAPILADOS</b>	
<i>Ph. cinnamomi</i>	293
<i>Ph. cryptogea</i>	310
<i>Ph. taxon kelmaniana</i>	322
<b>FILOGENIA DE ESPECIES DE PHYTOPHTHORA PRESENTES EN ARGENTINA</b>	329
<b>TABLAS RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS</b>	333
<b>DISCUSIÓN GENERAL</b>	344
<b>CONCLUSIONES</b>	371
<b>BIBLIOGRAFÍA CITADA</b>	378
<b>ANEXO I</b> (Antecedentes de <i>Pythium</i> spp. en Argentina)	424
<b>ANEXO II</b> (Antecedentes de <i>Phytophthora</i> spp. en Argentina)	431

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>1:</b> Especies patógenas de <i>Pythium</i> citadas en Argentina. relación hospedante-patógeno, síntomas y localidades donde fueron halladas	73
<b>2:</b> Distribución de <i>Pythium</i> spp. en regiones geográficas de Argentina en los años 2009 y 2014	87
<b>3:</b> Número de hospedantes afectados por especies de <i>Pythium</i> dentro de cada tipo de cultivo en los recuentos de 2009 y de 2014	89
<b>4:</b> Especies de <i>Pythium</i> citadas para el Cinturón verde La Plata-Buenos Aires hasta el año 2009.	93
<b>5:</b> Especies de <i>Pythium</i> identificadas durante el presente estudio (2009-2014).	93
<b>6:</b> Especies patógenas de <i>Phytophthora</i> citadas en Argentina: relación hospedante-patógeno, síntomas y localización geográfica	95
<b>7:</b> Especies de <i>Phytophthora</i> aisladas de suelo o agua	108
<b>8:</b> Especies de <i>Phytophthora</i> citadas para el Cinturón verde La Plata-Buenos Aires hasta el año 2009.	108
<b>9:</b> Especies de <i>Phytophthora</i> identificadas durante el presente estudio (2009-2013).	109
<b>10:</b> Número de hospedantes afectados por especies de <i>Phytophthora</i> dentro de cada tipo de cultivo en los recuentos de 2009 y de 2014.	111
<b>11:</b> Distribución de <i>Phytophthora</i> spp. en regiones geográficas de Argentina (año 2014).	113
<b>12:</b> Crecimiento promedio de los aislamientos de <i>Ph. nicotianae</i> a 20 y 28 °C.	282
<b>13:</b> Características culturales, morfológicas y biométricas de los aislamientos de <i>Ph. nicotianae</i> .	282

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1: Cinturón verde La Plata-Buenos Aires	47
Fig. 2: Número de especies de <i>Pythium</i> / provincia en los años 2009-2014.	88
Fig. 3: Número total de hospedantes/tipo de cultivo afectados por especies de <i>Pythium</i> (evaluaciones en 2009 y en 2014).	90
Fig. 4: Frecuencia relativa de especies de <i>Pythium</i> (2014).	91
Fig. 5: Frecuencia relativa de <i>Pythium</i> spp. que afectan cultivos ornamentales (2014).	92
Fig.6: Número de especies de <i>Phytophthora</i> /tipo de cultivo (año 2014).	112
Fig. 7: Número de de especies de <i>Phytophthora</i> /provincia (2014).	115
Fig. 8: Frecuencia relativa de especies de <i>Phytophthora</i> (2014)	116
Fig. 9: Frecuencia relativa de <i>Phytophthora</i> spp. que afectan cultivos ornamentales (2014)	117
Figs. 10-17: <i>Pythium aphanidermatum</i>	126
Figs.18-21: <i>P. dissotocum</i>	141
Figs. 22-26: <i>P. graminicola</i>	151
Figs. 27- 31: <i>P. cylindrosporum</i>	164
Figs. 32-36: <i>P. sylvaticum</i>	173
Figs. 37-39: <i>P. ultimum</i> var. <i>ultimum</i>	183
Fig. 40-41: <i>P. ultimum</i> var. <i>sporangiiferum</i>	190
Figs. 42-44: <i>P. irregulare</i>	198
Figs. 45-47: <i>P. spinosum</i>	202
Figs. 48- 51: <i>P. intermedium</i>	213
Figs. 52-53: <i>P. splendens</i>	222
Figs. 54-59: <i>Pythium</i> sp. nov.1	226
Figs. 60-65: <i>Pythium</i> sp. nov.2	235
Figs. 66-70: <i>Phytopythium chamaehyphon</i>	244
Figs. 71-76: <i>Ph. capsici</i>	261
Figs. 77-89 : <i>Ph. nicotianae</i> = <i>parasitica</i>	269
Figs. 90-95: <i>Ph. cinnamomi</i>	304
Figs. 96-98: <i>Ph. cryptogea</i>	313
Figs. 99- <i>Ph. taxon kelmania</i>	326

**CARACTERIZACIÓN DE ESPECIES FITOPATÓGENAS DE *PYTHIUM* Y  
*PHYTOPHTHORA* (PERONOSPOROMYCETES) EN CULTIVOS ORNAMENTALES  
DEL CINTURÓN VERDE LA PLATA-BUENOS AIRES Y OTRAS ÁREAS Y  
CULTIVOS DE INTERÉS**

**RESUMEN**

La diversidad de especies de *Pythium* y de *Phytophthora* conocidas en el mundo y los escasos estudios referidos a éstas, efectuados en la región del Cinturón verde La Plata-Buenos Aires, permiten inferir la existencia de enfermedades de las plantas aún no diagnosticadas y la presencia de una mayor diversidad de patógenos no citados en el país, que estarían afectando los cultivos de esa región. Frente a este planteo se propuso el presente estudio con los objetivos de actualizar el estado del conocimiento sobre estos géneros y realizar una prospección de las enfermedades presentes en la región, identificando las nuevas patologías y relaciones hospedante-patógeno, y confirmando la presencia de las previamente citadas.

A efectos de recopilar, organizar y actualizar la información referida a especies fitopatógenas de estos géneros en la Argentina, se efectuó una exhaustiva revisión de antecedentes desde finales del siglo XIX hasta el año 2014. En el período 2009-2012 se llevó a cabo una prospección de las enfermedades ocasionadas por *Pythium* y por *Phytophthora* en cultivos intensivos ornamentales en algunas localidades del Cinturón verde bonaerense. Además, con la finalidad de identificar la mayor cantidad de especies que permitiera una caracterización más completa de la región, se incluyeron aislamientos de *Pythium* sin identificación específica y de especies de *Phytophthora* identificadas sólo por sus características morfológicas y culturales, coleccionadas en el CIDEFI-UNLP (Ing. Wolcan), obtenidas en cultivos de La Plata y alrededores, entre los años 2000-2008. Se amplió el presente estudio identificando y caracterizando aislamientos provenientes de otras áreas y cultivos de interés económico, correspondientes a muestras recibidas en los Servicios de Diagnóstico del CIDEFI-UNLP (Ing. Wolcan) y el LASAVE-FAUBA (Ing. Palmucci).

Las especies de *Pythium* y de *Phytophthora* fueron descritas y caracterizadas mediante el estudio de sus caracteres culturales, morfológicos y biométricos (estructuras vegetativas y estructuras reproductivas sexuales y asexuales), las temperaturas cardinales y el crecimiento medio. Las identificaciones se complementaron con estudios moleculares y de secuenciación y en algunos casos se obtuvo su ubicación filogenética. Los estudios moleculares se efectuaron en el Molecular Diagnostics Laboratory-USDA, Beltsville, USA, bajo la supervisión de la Dra Gloria Abad. El ADN de las muestras fue extraído de cultivos puros desarrollados en APG, utilizando un kit comercial. La región ITS del rADN nuclear se amplificó usando los primers ITS4 e ITS5, se secuenció (Mc Lab, San Francisco, USA) y comparó con el banco de genes del servidor BLAST-NCBI y del *Phytophthora* Database. Todas las comparaciones en el GenBank-Blast y la construcción de árboles filogenéticos, se efectuaron considerándose las secuencias de las especies tipo, holotipo o extipo. Para comprobar la patogenicidad se inocularon plantas de la misma especie a temperatura y humedad controladas.

La información obtenida en la revisión de antecedentes fue categorizada y presentada en Tablas y Figuras. Este ordenamiento permitió actualizar el status o inventario de las especies de *Pythium* y de *Phytophthora* presentes en el país, considerando los cambios en su sistemática que se produjeron en los últimos años, y acceder en forma rápida y comparada a la información referida a diferentes aspectos de estos patógenos (rango de hospedantes, primera cita en el país, síntomas, localización geográfica, especies por región, por tipo de cultivo y por provincia, estudios moleculares realizados en el país).

Como resultado de la prospección efectuada se hallaron nuevas enfermedades afectando cultivos de producción intensiva en el área de estudio, ocasionando *damping off*, *podredumbre de raíces*, *podredumbre basal*, *podredumbre de la corona*, *podredumbre de frutos* y *de cladodios*.

Se identificaron 10 especies de *Pythium* (*P. aphanidermatum*, *P. cylindrosporum*, *P. dissotocum*, *P. graminicola*, *P. intermedium*, *P. irregulare*, *P. spinosum*, *P. splendens*, *P. sylvaticum*, *P. ultimum* var. *ultimum*, *P. ultimum* var. *sporangiferum* y 2 *Pythium* sp. nov.), y 5 especies de *Phytophthora* (*Ph. capsici*, *Ph. cinnamomi*, *Ph. cryptogea*, *Ph. nicotianae*, *Ph. taxon kelmania*), 1 *Ph. aff. cryptogea*.

Las especies de *Pythium* provenientes de la prospección, de otras áreas de interés y de las colecciones, se hallaron asociadas a los siguientes hospedantes: *P. aphanidermatum-Euphorbia pulcherrima*, *Nicotiana tabacum* y *Spinacea oleracea*; *P. cylindrosporium-Eustoma grandiflorum*; *P. dissotocum-Nicotiana tabacum*; *P. graminicola-Pennisetum clandestinum*; *P. intermedium-Impatiens x hawkerii* y *Spathiphyllum wallisii*; *Pythium irregulare-Primula obconica*, *Impatiens walleriana* y *Scindapsus aureus*; *P. spinosum-Hebe* sp.; *P. splendens-Rhododendron indicum*; *P. sylvaticum-Cyclamen persicum* y *Lavandula angustifolia*; *P. ultimum* var. *ultimum-Actinidia deliciosa*, *Dianthus caryophyllus*, *Gazania repens*, *Euphorbia pulcherrima* y *Ocimum basilicum* y *P. ultimum* var. *sporangiferum-Polygala myrtifolia*. Dos nuevas especies de *Pythium*, con las que se comenzaron los estudios para llegar a su descripción, fueron halladas afectando *Capsicum annuum* y *Schlumbergera truncata*.

Se registraron por primera vez en el país a *P. cylindrosporium*, *P. sylvaticum* y *P. splendens*. Es la primera cita en el mundo de *P. cylindrosporium* afectando *C. persicum* y de *P. sylvaticum* a *Eustoma grandiflorum*. Para el género *Pythium* se aplicó por primera vez el uso del análisis de secuencias (BLAST y Filogenia).

Para *Phytophthora* las asociaciones halladas fueron: *Ph. capsici-Capsicum annuum*, *Cucurbita moschata*; *Ph. cinnamomi-Actinidia deliciosa*, *Casuarina cunninghamiana*, *Vaccinium corymbosum*, y *Rhododendrom indicum*; *Ph. cryptogea-Gerbera jamesonii*; *P. taxon kelmaniana-Gerbera jamesonii*, *Gypsophila paniculata* y *Actinidia deliciosa*; y *Ph. nicotianae-Dieffenbachia picta*, *Catharanthus roseus*, *Primula obconica*, *Chamelaucium uncinatum*, *Gypsophila paniculata*, *Schlumbergera truncata* y *Hebe speciosa*.

Si bien algunas de estas relaciones huésped-patógeno ya eran conocidas en el país se aplicaron por primera vez las técnicas moleculares y de secuenciación para confirmar la identidad específica de *Ph. nicotianae* como agente causal de *Podredumbre basal* de *Chamelaucium uncinatum*, *Gypsophilla paniculata* y de *Catharanthus roseus*.

Este es el primer registro de *Ph. nicotianae* como causante de *Podredumbre de tallo y raíces* de *Dieffenbachia picta* en Argentina y en América del Sur y de *Podredumbre basal* en *Primula obconica*, *Hebe speciosa* y *Schlumbergera truncata*. Se cita por primera vez en la región en estudio a *Ph. cinnamomi* afectando kiwi y azalea, y a casuarina en Concordia (Entre Ríos). La caracterización morfológica de los aislamientos, unida a los resultados de las técnicas moleculares, permitieron diferenciar

entre *Ph. cryptogea* y *Ph. taxon kelmania* e incluir a esta última especie como patógeno de *Gerbera jamensonii*, *Gypshophilla paniculata* y *Actinidia deliciosa*. *Ph. taxon kelmania* ZG Abad & Abad JA, es una nueva especie, citada por primera vez en Argentina y en el mundo sobre *G. paniculata* y *A. deliciosa*.

De raíces de *Rhododendron indicum* se aisló a *Phytophythium chamaehyphon*. Es el primer reporte en el país, del género *Phytophythium* y de la mencionada especie.

Se confirmó la patogenicidad de todos los aislamientos, cumpliéndose los Postulados de Koch. Se estudiaron 41 relaciones hospedante-patógeno, en 29 hospedantes diferentes, de las cuales 30 fueron citadas por primera vez en el país, correspondiendo 32 a nuevas enfermedades citadas en el Cinturón verde La Plata-Buenos Aires (22 de *Pythium*, 9 de *Phytophthora* y 1 de *Phytophythium*). Se deberá continuar el estudio de las dos especies nuevas de *Pythium*, ampliando su caracterización morfológica y de rango de hospedantes y efectuando estudios moleculares y de secuenciación del rADN, utilizando otros marcadores.

Los resultados del presente relevamiento en la región, las identificaciones realizadas sobre los aislamientos asociados a las patologías halladas en otros sitios de interés, y la identificación específica de las cepas de colección, han significado un aporte al conocimiento de la biodiversidad de la región del Cinturón verde La Plata-Buenos Aires, de las especies presentes en el país y de los síntomas de las enfermedades causadas por especies de *Pythium* y de *Phytophthora* en cultivos ornamentales y otros.

**CHARACTERIZATION OF PHYTOPATHOGENIC *PYTHIUM* AND  
*PHYTOPHTHORA* SPECIES (PERONOSPOROMYCETES) AFFECTING  
ORNAMENTAL CROPS IN LA PLATA-BUENOS AIRES GREEN BELT AND OTHER  
AREAS AND CROP OF INTEREST**

**ABSTRACT**

A large and diverse number of *Pythium* and *Phytophthora* species are known in the world; however, only a few studies concerning these were carried out in La Plata-Buenos Aires Green Belt and in the country, which allows the presumption of the existence of undiagnosed plant diseases and the presence of a greater diversity of unreported pathogens, affecting crops in the region. For this reason, a study was proposed to update the state of knowledge of these species and a survey of diseases, identifying new pathologies and host-pathogen relationships caused by species of *Pythium* and *Phytophthora*, and to confirm the presence of diseases previously reported caused by these pathogens.

In order to collect, organize, and update the information on plant pathogenic species of these genera in Argentina, a revision was made of the findings registered since the late nineteenth century to mid-2014. Between 2009 and 2012 a survey was carried out of diseases caused by *Pythium* and *Phytophthora* in ornamental intensive crops in some areas of La Plata-Buenos Aires Green Belt. Furthermore, in order to identify as many species as possible that would allow a more complete characterization of the region, some isolates were included belonging to the collection of *Pythium* without specific identification, and *Phytophthora* species identified only by their morphological, biometrical and cultural characteristics, collected in CIDEFI-UNLP (Ing. Wolcan). These isolates were obtained from crops grown in La Plata and its surrounding areas, between the years 2000-2008. This study was extended to other collectible isolates from diseases caused by Pythiaceas received at the Plant Pathology Diagnostic\_Service at CIDEFI-UNLP-CIC (Ing. Wolcan) and LASAVE-FAUBA (Ing. Palmucci). These plants belonged to intensive or extensive crops of economic interest from other producing regions.

The isolated species were identified and characterized by their cultural, morphological and biometric characters (vegetative structures and sexual and asexual reproductive structures), cardinal temperature and growth rate. The identifications were complemented with molecular and sequencing studies and in some cases their phylogenetic trees were obtained. Molecular studies were performed at the Molecular Diagnostics Laboratory-USDA, Beltsville, USA under Dr Gloria Abad's supervision. The DNA of the samples was extracted from pure cultures developing in APG, using a commercial kit. The ITS region of nuclear rDNA was amplified using primers ITS4 and ITS5. For each isolate the rDNA sequences obtained (Mc Lab, San Francisco, USA) were compared with sequences deposited at the GenBank using the Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) program, in order to verify the percentage of homology with sequences of species already identified. All comparisons in the GenBank-Blast and construction of phylogenetic trees were made considering the sequences of the type species or holotype or exotype. Their pathogenicity was corroborated on plants of the same species at controlled temperature and humidity.

As a result of the revision all information obtained was categorized and presented in Tables and Figures. This allowed the update of status or inventory of each species of *Pythium* or *Phytophthora* present in the country, considering the changes that occurred in recent years, and a quick and comparative access to information on different aspects related to these pathologies (host range, first record in the country, symptoms, geographic location, species by region, by type of crop, by province and molecular studies in the country).

After the completed survey new diseases were found affecting intensive production crops in the study area, causing damping off, root rot, collar rot, crown rot, rotting fruits and cladodes.

Ten species of *Pythium* (*P. aphanidermatum*, *P. cylindrosporium*, *P. dissotocum*, *P. graminicola*, *P. intermedium*, *P. irregulare*, *P. spinosum*, *P. splendens*, *P. sylvaticum*, *P. ultimum* var *ultimum*, *P. ultimum* var. *sporangiferum*) five species of *Phytophthora* (*Ph. capsici*, *Ph. cinnamomi*, *Ph. cryptogea*, *Ph. nicotianae*, *Ph. taxon kelmaniana*) and 1 *Ph.* aff. *cryptogea* were identified.

*Pythium* species from prospecting, other areas of interest and collections were found associated to the following hosts: *P. aphanidermatum*-*Euphorbia pulcherrima*,

*Nicotiana tabacum* and *Spinacea oleracea*; *P. cylindrosporum*-*Eustoma grandiflorum*; *P. dissotocum*-*Nicotiana tabacum*; *P. graminicola*-*Pennisetum clandestinum*; *P. intermedium*-*Impatiens x hawkerii* and *Spathiphyllum wallisii*; *Pythium irregulare*-*Primula obconica*, *Impatiens walleriana* and *Scindapsus aureus*; *P. spinosum*-*Hebe* sp.; *P. splendens*-*Rhododendron indicum*; *P. sylvaticum*-*Cyclamen persicum* and *Lavandula angustifolia*; *P. ultimum* var. *ultimum*-*Actinidia deliciosa*, *Dianthus caryophyllus*, *Gazania repens*, *Euphorbia pulcherima* and *Ocimum basilicum* and *P. ultimum* var. *sporangiiiferum*-*Polygala myrtifolia*. Two new species of *Pythium* were found to affect *Capsicum annum* and *Schlumbergera truncata*.

*P. cylindrosporum*, *P. sylvaticum* and *P. splendens* were recorded for the first time in Argentina. It is the first cite in the world of *P. cylindrosporum* on *C. persicum* and *P. sylvaticum* on *Eustoma grandiflorum*. The use of the sequence analysis was applied for the first time for the identification of *Pythium* species in Argentina

For *Phytophthora* the relationships were: *Ph. capsici*- *Capsicum annum*; *Ph. cinnamomi*- *Actinidia deliciosa*, *Casuarina cunninghamiana*, *Vaccinium corymbosum*, and *Rhododendrom indicum*; *Ph. cryptogea*-*Gerbera jamesonii*; *Ph. taxon kelmania*-*Gerbera jamesonii*, *Gypsophila paniculata* and *Actinidia deliciosa*; and *Ph. nicotianae*-*Dieffenbachia picta*, *Catharanthus roseus*, *Primula obconica*, *Chamelaucium uncinatum*, *Gypsophila paniculata*, *Schlumbergera truncata* and *Hebe speciosa*.

Although some of the host-pathogen relationships were already known in the country, for *Phytophthora* spp. molecular methodology and sequencing was first applied to confirm the identity of pathogens *Ph. nicotianae* as causal agent of Basal rot of *Chamelaucium uncinatum*, *Gypsophilla paniculata* and *Catharanthus roseus*.

Stem and root rot of *Dieffenbachia picta* caused by *Ph. nicotianae* were reported for the first time in Argentina and South América and Basal rot in *Primula obconica* in Argentina. *Ph. cinnamomi* is cited for the first time affecting kiwi and azalea in the region under study, and casuarina in Concordia (Entre Ríos). The morphological characterization of the isolates and the results of molecular techniques made it possible to differentiate between *Ph. cryptogea* and *Ph. taxon kelmania* and include *Ph. taxon kelmania* as a pathogen of *Gerbera jamensonii*, *Gypshophilla paniculata* and *Actinidia deliciosa*. *Ph. taxon kelmania* ZG Abad Abad & JA, is a new species, cited for the first time in Argentina and the world ever on gypsophila and kiwi.

*Phytopythium chamaehyphon* was isolated from *Rhododendron indicum* roots. It is the first report in the country of the genus and the species *Phytopythium chamaehyphon*.

Pathogenicity of all isolates was confirmed, fulfilling Koch's postulates. (Forty one) 41 host-pathogen relationships in 29 different hosts were studied, 30 of which were new diseases mentioned in the country and 32 in the region (22 *Pythium*, 9 *Phytophthora* and 1 *Phytopythium*). The study of new species must continue, enlarging their morphological and host range characterization; and further molecular and rDNA sequencing studies must be carried out, using other markers.

This survey, the identifications made on the pathologies found in other sites of interest, and the specific identification of the collection strains have meant a contribution to the knowledge of the biodiversity of the region's Green belt La Plata-Buenos Aires, the species present in the country and symptoms of diseases caused by *Pythium* spp. and *Phytophthora* in ornamental species and others.

# INTRODUCCIÓN

# EVOLUCIÓN DEL CONOCIMIENTO DE LOS GÉNEROS

## *PYTHIUM* Y *PHYTOPHTHORA*

### 1. HÁBITO NUTRICIONAL Y SINTOMATOLOGÍA

Los géneros *Phytophthora* y *Pythium* (Peronosporomycetes “ex Oomycetes”) comprenden numerosas especies, las cuales en su mayoría se distribuyen en todo el mundo, a veces restringidas a determinados hábitats como suelo, agua, plantas, hombre, peces, entre otros. Son capaces de producir enfermedades destructivas de cultivos comercialmente importantes (van der Plaats-Niterink, 1981; Erwin & Ribeiro, 1996). El ambiente terrestre es el más común, afectando ecosistemas agrícolas y naturales (praderas o bosques) (van der Plaats-Niterink, 1981; Schroeder *et al.*, 2013).

El género *Pythium* incluye especies ubicuas que ocupan variados nichos ecológicos. La mayoría de éstas se comportan como saprótrofas en varios tipos de suelos (Martin & Loper, 1999) y en ambientes acuáticos como lagos y canales (Lodhi, 2007), o sistemas de irrigación (Hong & Moorman, 2005); otras son importantes patógenos de plantas: altamente patógenos o de mediana patogenicidad (van der Plaats-Niterink, 1981; Erwin & Ribeiro, 1981), causando enfermedades, reduciendo los rendimientos y su calidad. Infechan principalmente almácigos de diferentes cultivos provocando muerte de semillas y plántulas en pre y post emergencia (*damping off*) por afectar al embrión, hipocótilo y radícula. En plantas herbáceas y adultas causan menor crecimiento, síntomas de deficiencia de nutrientes y reducción del rendimiento, por disminuir la biomasa radicular debido a la destrucción de raíces de absorción y pelos radicales (Schroeder *et al.*, 2013). Preferentemente son atacados los tejidos jóvenes, con humedad, órganos suculentos de vegetales en contacto con el suelo, como frutos de zapallo, pepino (Cucurbitaceae), chaucha, poroto (Leguminosae) y tubérculos como la papa (Solanaceae) (Frezzi, 1956; van der Plaats-Niterink, 1981). Hay especies polífagas como *P. ultimum* Trow o *P. irregulare* Buisman que afectan a distintos cultivos y otras como *P. graminicola* Subramaniam y *P. arrhenomanes* Drechsler que están restringidas a algunas especies de la familia Poaceae (= Gramineae) (Frezzi, 1956, 1977; van der Plaats-Niterink, 1981; Abad *et al.*, 1994).

Unas pocas especies han sido reportadas como micoparásitas (van der Plaats-Nikerink, 1981; Lifshitz *et al.*, 1984), de las cuales algunas se comercializan como biocontroladores de patógenos de plantas. Entre ellas *P. oligandrum* Drechsler (Jones & Deacon, 1995; Martin & Loper, 1999; Benhamou *et al.*, 1999; Picard *et al.*, 2000), habitante común en muchos suelos, es una de las especies más investigadas (Ali, 1985; Ribeiro & Butler, 1992). El antagonismo ejercido por *P. oligandrum* contra especies de *Pythium* patógenas representa uno de los pocos ejemplos en que el agente de biocontrol es del mismo género que el patógeno que está controlando (Lévesque, 2011). Actúa como antagonista de Ascomycetes (Benhamou & Chet, 1997; Bradshaw-Smith *et al.*, 1991), Basidiomycetes (Ikeda *et al.*, 2012) y Oomycetes patógenos (Benhamou *et al.*, 1999) y de la bacteria *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi *et al.*, en *Solanum lycopersicum* (tomate) (Takenaka *et al.*, 2008). La acción biocontroladora de *P. oligandrum* implica mecanismos de competencia por espacio y nutrientes, parasitismo, antibiosis, promoción del crecimiento de las plantas a través de la producción de precursores de auxina (Tryptamina TNH<sub>2</sub>) y activación del sistema inmune del hospedante (Benhamou *et al.*, 1997; Le Floch *et al.*, 2009; Takenaka & Tamagake, 2009). Otras especies destacadas por su actividad como micoparásitos son: *P. nunn* Lifshitz, Stanghellini & Baker, que se comporta como antagonista de *P. ultimum* (Lifshitz *et al.*, 1984), *P. periplocum* Drechsler y *P. acanthicum* Drechsler (Elad *et al.*, 1985; Laing & Deacon, 1991; Riberio & Butler, 1995). En ensayos in vitro de cultivos duales de *P. periplocum* y *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr., se observó el agresivo comportamiento de este antagonista (Paul, 1999). Además se ha reportado la actividad de *P. carolinianum* Mattheus como biocontrolador de mosquitos (Su *et al.*, 2001; Liu *et al.*, 2001).

Por otra parte *P. acanthicum* se utiliza para producir, mediante fermentación sólida, ácidos poliinsaturados Omega 3, los cuales forman parte de formulaciones de suplementos dietarios para consumo humano (Gandhi & Weete, 1991; Hinzpeter *et al.*, 2006).

Otras especies son patógenas de mamíferos (incluido el hombre). Entre éstas *Pythium insidiosum* De Cock, Mendoza, Padhye, Ajello & Kaufman, causa “Pitiosis”, enfermedad que afecta al ganado y ocasionalmente al hombre (de Cock *et al.*, 1987, Mendoza *et al.*, 1996). Existen especies acuáticas como *P. porphyrae* Takahashi *et* Sasaki, parásita de algas (Kawamura & Yokoo, 2005) o de peces (Johnson *et al.*, 2002).

Nuevas especies de *Pythium* son reportadas continuamente (Allain-Boulé *et al.*, 2004; de Cock & Lévesque, 2004; Brasier *et al.*, 2005; Dick *et al.*, 2006; Paul *et al.*, 2006; Blair *et al.*, 2008, Abad *et al.*, 2008; de Cock *et al.*, 2010; Nelson & Abad, 2010; Ginetti *et al.*, 2013; Abad *et al.*, 2014). Lévesque & de Cock (2004) incluyeron en sus estudios filogenéticos 106 especies de *Pythium* y en un reciente trabajo Schroeder *et al.* (2013) informaron que según MycoBank (<http://www.mycobank.org>), cerca de 300 especies han sido propuestas en la literatura, aunque muchas de ellas no son válidas o su identidad es dudosa. Actualmente se estiman en 160, las especies de identidad confirmada (Abad GZ, com. pers.).

Las especies del género *Phytophthora* pueden provocar diversos síntomas como tizones, canchales, podredumbres de raíces, tallos y frutos en cientos de especies de plantas (Erwin & Ribeiro, 1996). Por su alta virulencia y la capacidad de propagarse rápidamente constituye uno de los más importantes grupos de fitopatógenos en todo el mundo. Comprende un amplio rango de hospedantes que incluyen plantas ornamentales (Werres *et al.*, 2001; de Cock & Lévesque, 2004), forestales (Brasier *et al.*, 1993; Jung *et al.*, 1999; Knight, 2002; Rizzo *et al.*, 2002; Brasier *et al.*, 2004a, b), cultivos oleaginosos, hortícolas y frutales (Erwin & Ribeiro, 1996). Algunas de sus especies afectan a un amplio rango de hospedantes (*Ph. nicotianae* Breda de Haan y *Ph. cinnamomi* R.D. Rands) mientras otras son específicas: *Ph. capsici* Leonian, *Ph. sojae* Kaufm. & Gerd. (Erwin & Ribeiro, 1996; Agrios, 2005).

Entre las enfermedades que históricamente han ocasionado severos daños en la producción se destaca el *Tizón tardío de la papa*, causado por *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary responsable de la hambruna del año 1840 en Irlanda, que produjo la muerte de más de un millón de personas (Erwin & Ribeiro, 1996; Fry & Goodwin, 1997; Agrios, 2005). Desde entonces mucho se ha avanzado en el diagnóstico y control de las enfermedades. Sin embargo aún hoy continúan apareciendo epidemias devastadoras. Debido a la gran diversidad e introducción de nuevas razas resistentes a los fungicidas, *Ph. sojae*, agente causal de la *Podredumbre de raíces y tizón del tallo en soja*, constituye una problemática a nivel mundial y ha provocado pérdidas anuales de billones de dólares en cultivos de Estados Unidos y Canadá (Schmitthenner, 1985; van West *et al.*, 2003; Tyler, 2007). En los cultivos intensivos, *Ph. capsici* ha destruido plantaciones de pimiento en distintas partes del mundo (Mchau & Coffey, 1995).

Además hay otras especies polífagas como *Ph. nicotianae* (= *Ph. parasitica*) que causa severos problemas principalmente en tomate, tabaco, cítricos y ornamentales. Mientras *Ph. cryptogea* Pethybr. & Laff, *Ph. cinnamomi*, *Ph. cactorum* (Lebert & Cohn) J. Schröt., *Ph. citricola* Sawada y *Ph. citrophthora* (R.E. Sm. & E.H. Sm.) Leonian, provocan grandes pérdidas en diversos cultivos hortícolas, ornamentales, frutales y forestales (Erwin & Ribeiro, 1996).

Entre las últimas epifitias registradas podemos mencionar la ocasionada por *Ph. ramorum* Werres, De Cock & Manin't Veld, que desde su aparición en 1995 (Rizzo *et al.*, 2002) provocó la muerte repentina de miles de robles (*Quercus* spp.) en Estados Unidos y de azaleas (*Rhododendron* spp.) y viburnos (*Viburnum* spp.) en los Estados Unidos y en Europa (Werres, *et al.*, 2001; Brassier *et al.*, 2004a; Rizzo *et al.*, 2005, Werres & Kaminski, 2005; Reinherd, 2006; Fichtner *et al.*, 2007; Schwingle *et al.*, 2007; Tooley & Kyde, 2007). Con más de 70 géneros afectados naturalmente en 33 familias botánicas y numerosos hospedantes comprobados como susceptibles en inoculaciones artificiales, *Ph. ramorum* constituye actualmente la mayor amenaza para los ecosistemas forestales naturales y las plantas ornamentales de vivero desde las cuales puede ser dispersada a otras áreas (Department for Environment, Food and Rural Assays, (DEFRA), Gov. UK. En: <https://www.gov.uk/pests-and-diseases-in-fruit-and-vegetables>, consultado marzo 2014). En Chile fueron devastadas 60.000 ha cultivadas con *Pinus radiata*, identificándose como su agente causal a la nueva especie *Ph. pinifolia* Alv. Durán, Gryzenh. & M.J. Wingf. (Durán *et al.*, 2008). En Argentina se describió a *Ph. austrocedrae* Gresl. & E.M. Hansen, otra nueva especie, provocando lesiones necróticas en tallos y raíces, asociada al *Mal del ciprés de la cordillera* (*Austrocedrus chilensis* (D.Don) Pic. Sermolli & Bizzarri) en la región Patagónica (Greslebin *et al.*, 2007).

## **2. UBICACION TAXONÓMICA**

Las clasificaciones de los seres vivos en Reinos y dentro de éstos en sus diferentes categorías taxonómicas, han sufrido sucesivas modificaciones a lo largo del tiempo. Inicialmente se basaron en características morfológicas, nutricionales y ecológicas en común, clasificándose en cuatro Reinos: Protista, Monera, Animal y Vegetal. Wittaker (1969), propone el Reino Fungi, quedando los organismos agrupados de acuerdo a sus

relaciones evolutivas, según el esquema tradicional de 5 Reinos de Wittaker (Alexopoulos *et al.*, 1996). Posteriormente los agrupamientos filogenéticos han determinado la reubicación taxonómica de muchas especies.

Los ex-integrantes del Reino Fungi, llamados comúnmente “mohos acuáticos” (Clase Oomycetes), fueron sometidos a sucesivos cambios en su ubicación taxonómica. Debido a la existencia de numerosas diferencias morfológicas y fisiológicas entre los hongos verdaderos y los Oomycetes, fueron reubicados en el Reino Protoctista (Margulis & Schwartz, 1988; Margulis *et al.*, 1989) y en el Reino Chromista, junto a las algas con clorofila a y c (Chrysophyta y Phaephyta) (Cavalier-Smith, 1986). En este contexto fueron denominados “pseudohongos” al ser considerados dentro de la Subdivisión Pseudofungi, Phylum Heterokonta del Reino Chromista (Kirk *et al.*, 2001). Dick (2001) los ubicó en el Reino Straminipila.

El Reino Straminipila incluye organismos de características morfológicas diversas, que comparten un rasgo ancestral común, sus zoosporas biflageladas, con dos flagelos distintos (heterokontas), o que han derivado de otros organismos que presentaron esa característica. Estos flagelos presentan proyecciones pilosas, también llamadas mastigonemas. El término Straminipiles (straminopile), fue el nombre coloquial planteado por Patterson (1989), para un organismo que lleva pelos tubulares tripartitos. *Stramen* significa flagelo en latín, y *pilos*, pelo, de allí su denominación como “*stramenopilans*” (Wainwright *et al.*, 1993; Sogin & Silberman, 1998). El flagelo anterior es de tipo pincel y presenta dos hileras de mastigonemas tubulares y tripartitos, y el posterior es de tipo látigo, sin mastigonemas (Dick, 2001).

Dick (2001), propone el Reino Straminipila con la finalidad de reacomodar a los miembros del Reino Chromista caracterizados por la presencia de estos mastigonemas sobre los flagelos barbulados. Está integrado por los Phylum Oomycota, Hyphochytridiomycota y Labyrinthulomycota, algunos grupos de algas cromófitas (Bacillariophyceae, Chrysophyceae, Fucophyceae y Tribophyceae) y organismos “protistas” fotosintéticos y saprótrofos.

Entre las principales características que diferencian a los Oomycetes de los organismos integrantes del reino Fungi (hongos verdaderos) hallamos: a) presencia de pared celular compuesta por celulosa y beta glucanos en lugar de quitina fúngica (Bartnicki-Garcia, 1969; Bartnicki-Garcia & Wang, 1983), b) esporas biflageladas

(zoosporas) (Desjardins *et al.*, 1969; Hemmes, 1983), c) no sintetizan esterol (Barr, 1983; Bartnicki-Garcia, 1987; Erwin & Ribeiro 1996), d) la presencia de tabiques en las hifas es rara (micelio cenocítico) pero se forman normalmente para delimitar estructuras reproductivas o en micelios viejos; los núcleos están dispersos en el citoplasma; difiriendo de la mayoría de los hongos que tienen micelio tabicado (a excepción de los Zygomycetes, también cenocíticos), e) presentan crestas mitocondriales tubulares, f) acumulan reservas como beta 1-3 glucanos (micolaminarinas), g) a diferencia de los hongos verdaderos, que son haploides en la etapa de alimentación y la mayor parte de su ciclo de vida, las hifas de Oomycetes se componen de células diploides, produciéndose la meiosis en el interior de los gametangios (Sansome 1961, 1965; Dick, 2001), h) tienen diferente sensibilidad hacia los fungicidas convencionales (Latijnhouwers *et al.*, 2003), i) poseen diferente composición de aldioles y polioles (alcoholes con dos o más hidroxilos), j) presentan diferente vía de síntesis de la lisina y del triptofano por acción de la triptofano sintetasa.

Estudios genéticos y bioquímicos han corroborado estas diferencias entre Oomycetes y “hongos verdaderos” (Wang & Bartnicki-Garcia, 1980; Barr, 1992; Brasier, 1992; Baldauf *et al.*, 2000; Latijnhouwers *et al.*, 2003).

El Phylum Oomycota incluye especies unicelulares, holocárpicas y eucárpicas que presentan mayormente formas filamentosas de tipo cenocítico. Estas últimas se habrían diferenciado de su linaje ancestral, antes de que los cloroplastos se asociaran al mismo, ubicándose este proceso en el Período tardío de la Era Proterozoica. Los integrantes de este Phylum son mayormente especies acuáticas o de ambientes húmedos (Alexopoulos, 1996; Dick, 2001). Presenta una sola Clase: Peronosporomycetes (ex Oomycetes) integrada, en base a las características de las zoosporas y oosporas, por dos linajes básicos de organismos con talo micelial: Subclases Saprolegniomycetidae y Peronosporomycetidae (Dick *et al.*, 1984). La primera Subclase comprende organismos de hábitos acuáticos y se caracteriza por presentar el clivaje del citoplasma de los zoosporangios de tipo centrífugo y ser polioospóricos con el oosplasto granular y fluido (Dick, 2001). La Subclase Peronosporomycetidae, organismos más evolucionados, tienen hábitos terrestres, comportándose la mayoría como parásitos de vegetales (Alexopoulos, 1996). Presentan clivaje de tipo diverso; en el oogonio la oósfera se diferencia por agregación centrípeta, a partir del periplasma periférico y son mayoritariamente monospóricos, con el oosplasto traslúcido (Dick, 2001).

Actualmente, coexisten las dos clasificaciones que ubican a los Oomycetes en los Reinos Chromista y Straminipila, aunque la tendencia es considerarlos como pertenecientes al Reino Straminipila. Ambos términos, Oomycetes (Winter, 1880) y Peronosporomycetes (Dick, 2001) son considerados como sinónimos (Kirk *et al.*, 2008), sin embargo, la mayoría de los investigadores prefieren continuar utilizando el término Oomycetes para referirse a este grupo (Kirk *et al.*, 2008; Lévesque, 2011).

De acuerdo a Alexopoulos (1996) la mayoría de los autores, basados en características morfológicas, reconocen 5 órdenes dentro del Phylum Oomycota: Saproleginales, Rhipidiales, Leptomitales, Salilagenidiales y Peronosporales. En el orden Peronosporales se incluye a las familias Albuginaceae (esporangióforos cortos, produce zoosporangios en cadena), Peronosporaceae (zoosporangióforos de crecimiento determinado y ramificados, produciendo zoosporangios en todas sus ramas al mismo tiempo) y Pythiaceae (zoosporangios formados en general a partir de una hifa somática, zoosporangióforos de crecimiento indeterminado, producción de zoosporangios de diferente edad) (Agrios, 1996; Erwin & Ribeiro, 1996, Dick 2001).

Considerando a Dick (2001), dentro de la Subclase Peronosporomycetidae hay dos órdenes: **Peronosporales** que incluye parásitos obligados de vegetales y **Pythiales**, que incluye tanto parásitos como saprófitos. Ambos órdenes se diferencian principalmente por sus zoosporangióforos, los cuales están bien diferenciados en Peronosporales, mientras que en Pythiales raramente lo están.

En el orden **Peronosporales** hallamos dos familias Peronosporaceae y Albuginaceae. La primera, causante de los *mildius* que afectan el follaje y los frutos de numerosos hospedantes, incluye los géneros *Plasmopara* J. Schröt (*P. viticola*, *Mildiu de la vid*); *Peronospora* Corda (*P. sparsa*, *Mildiu del rosal*; *P. destructor*, *Mildiu de la cebolla*); *Bremia* Regel (*B. lactucae*, *Mildiu de la lechuga*) entre otros y la segunda a las “falsas royas” con el género *Albugo* (Pers.) Rousell (*A. candida* agente causal de la *Roya blanca de las crucíferas* y *A. tragopogonis* que ocasiona la *Roya blanca del girasol*).

En el orden **Pythiales**, se hallan la familia *Pythiaceae*, donde se encuentran los géneros *Pythium* Pringsh y *Phytophthora* de Bary y la familia *Pythiogetonaceae*, con el género *Pythiogeton* (Dick, 2001; Huang *et al.*, 2013).

*Pythium* en general se comporta como saprófito en suelo o agua y como parásito de mono y dicotiledóneas, mientras que *Phytophthora* es un parásito más agresivo que afecta principalmente a dicotiledóneas y es un pobre competidor en el suelo (Alexopoulos, 1996).

Otros órdenes importantes del Phylum Oomycota son los Sclerosporales y Saprolegniales. En Sclerosporales se destacan como fitopatógenos los géneros *Sclerospora* J. Schröt (*S. sorghi*, *Mildiu del sorgo*; *S. graminicola*, *Mildiu del maíz, sorgo* y numerosas gramíneas; *S. macrospora* causante del *Mildiu del mijo* y otras gramíneas) y *Verrucalvus* P. Wong y M. W. Dick (*V. flavofaciens* que ocasiona el *Amarillamiento del kikuyo- Pennisetum clandestinum*). En el orden Saprolegniales, se encuentran el género fitopatógeno *Aphanomyces* Höhnk (*A. euteiches* causa la *Pudrición de raíces en arvejas*) (Dick, 2001; Agrios, 2005) y los géneros *Saprolegnia* Nees (parásito de peces como salmones y truchas, anfibios y crustáceos) y *Achlya* Nees (parásito de peces y mosquitos).

Por otra parte, aunque históricamente y considerando sus características morfológicas y nutricionales, el género *Phytophthora* ha sido ubicado taxonómicamente en el orden Pythiales junto con *Pythium* y géneros afines, algunos estudios filogenéticos más recientes proponen una afiliación cercana con los *mildius* en el orden Peronosporales (Beakes & Sekimoto, 2009; Thines *et al.*, 2009; Hulvey *et al.*, 2010; Runge *et al.*, 2011, Lamour, 2013). Será necesario el análisis de múltiples genes adicionales con un mayor número de especies de *mildius* para una mejor caracterización de esta relación (Martin *et al.*, 2012). Por ello, es probable que en los próximos años, se realice un nuevo reordenamiento de los géneros de los órdenes Peronosporales y Pythiales.

### 3. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA

Los talos de los géneros *Pythium* y *Phytophthora* están formados por hifas cenocíticas, de crecimiento apical. Se reproducen a través de mecanismos de tipo asexual y sexual. Los diferentes tipos de estructuras vegetativas y reproductivas permiten la identificación de las especies. El lugar de formación de estas zoosporas y su modo de liberación son las principales características diferenciales entre los géneros *Pythium* y *Phytophthora* (Frezzi, 1950, 1956; Erwin & Ribeiro, 1996).

Las especies de *Pythium* se caracterizan por un rápido crecimiento del micelio. Entre las principales estructuras que forman se encuentran (van der Plaats-Niterink, 1981), Vegetativas: a) **Apresorio**: célula terminal o intercalar que sirve para la fijación a la pared del hospedante; b) **Clamidospora**: se forma a partir de la célula de una hifa o de una espora asexual, en posición terminal o intercalar. Presenta una doble pared. Se comporta como estructura de resistencia, pudiendo sobrevivir por largos períodos. Reproductivas asexuales: a) **Esporangio**: estructura con contenido citoplasmático que al madurar forma un tubo de pasaje a través del cual se vacía en una vesícula, dentro de la cual da lugar a la formación de las esporas asexuales (zoosporas). Puede ser a) globoso, limoniforme, subesférico o b) filamentoso a veces lobulado o toruloso. De posición terminal o intercalar; b) **Esporangióforo**: parte de la hifa que da origen al esporangio; c) **Vesícula**: proyección del contenido del esporangio, esférica o subesférica rodeada por una tenue membrana, continuación de la membrana interna del zoosporangio. En su interior se produce el clivaje del citoplasma formándose las zoosporas que a su madurez son liberadas por la ruptura de la membrana. Reproductivas sexuales: a) **Oogonio**: gametangio femenino que contiene la oófera, la cual es fertilizada por la célula anteridial, dando lugar a la formación de la oospora, terminal o intercalar. La pared puede ser ornamentada o lisa. b) **Anteridio**: gametangio masculino de menor tamaño que el oogonio. En las distintas especies se diferencian en el número, forma y lugar de inserción (hifas del mismo talo o no, de la misma hifa o no); c) **Oospora**: estructura de resistencia (o de reposo) a condiciones adversas del medio que puede permanecer dentro del tejido muerto del hospedante infectado o en el suelo y que usualmente germina produciendo un esporangio.

En las especies de *Phytophthora* el micelio crece más lentamente y es más ramificado, en algunos casos de tipo coraloide, toruloso, con protuberancias que permiten distinguirlo de otras especies. Esto puede variar considerablemente en los diferentes medios de cultivo y a veces en un mismo cultivo (Frezzi, 1977). Entre las principales estructuras que forma hallamos (Erwin & Ribeiro, 1996): Vegetativas: a) **Hinchamientos hifales (“swellings”)**: engrosamiento del diámetro de una hifa que puede ser descrito como globular, esférico, cilíndrico, tubular, coraloide o irregular. Se forman en los puntos de ramificación y no están separadas del micelio cenocítico por un tabique. b) **Clamidosporas**: estructuras de resistencia o reposo. Reproductivas asexuales: a) **Esporangio**: generalmente esférico, globoso, limoniforme, obturbinado;

con presencia o no de papila. Al madurar el contenido citoplasmático se “divide” y forma las zoosporas cuya liberación se produce por ruptura de la membrana en la región papilar. b) **Esporangióforo**: parte de la hifa que da origen al esporangio. Su longitud, presencia o no, y tipo de ramificación, caducidad y tipo de proliferación, tienen valor taxonómico. Reproductivas sexuales: se consideran las mismas estructuras enunciadas anteriormente para *Pythium*.

En ambos géneros las esporas asexuales son zoosporas secundarias monomórficas, reniformes, con flagelos morfológicamente diferentes (heterokontas) de largo variable, dirigidos en sentidos opuestos, insertos en un surco lateral profundo (Alexopoulos, 1996). El flagelo anterior es barbulado o pleuronemático, con mastigonemas (finas fibrillas de 0,5-2  $\mu\text{m}$ ) y el posterior es liso de tipo látigo, con movimiento retráctil (“whiplash”). La presencia de flagelos permite que la zoospora nade en las películas de agua sobre las hojas, en el agua del suelo, en medios hidropónicos o reservorios naturales de agua y se oriente hacia el hospedante por quimiotaxismo. Por eso, se los conoce genéricamente como “water molds” o mohos acuáticos (Fry & Grünwald, 2010).

En algunas especies, la capacidad de producir zoosporas se ha perdido y se supone que los esporangios han evolucionado hasta convertirse en estructuras que germinan directamente para producir tubos germinativos. En este caso, los esporangios se denominan algunas veces “conidios”. En otras especies, los esporangios pueden germinar directamente o “indirectamente” para formar zoosporas, produciéndose esto a temperaturas más frías (Fry & Grünwald, 2010).

Como se enunció anteriormente, la reproducción sexual se caracteriza por la producción de oosporas. Éstas contienen los núcleos  $2n$  como resultado de la unión entre los núcleos de dos gametangios: el oogonio y el anteridio. Mediante el mecanismo de contacto gametangial, un núcleo anteridial se transfiere al oogonio a través de un tubo de fertilización y se fusiona con un núcleo oogonial u oósfera. La meiosis ocurre en el gametangio antes de la fertilización (Alexopoulos *et al.*, 1996; Erwin & Ribeiro, 1996). Las oosporas, que poseen paredes gruesas, son estructuras de resistencia a las condiciones adversas del ambiente (temperatura-humedad-agroquímicos) que sirven para la supervivencia y como estado de reposo de la especie (Shokes & McCarter, 1979; Pickett-Popoff & Panter, 1994; Martin & Loper, 1999; Sutton *et al.*, 2006). En unas pocas especies, como por ejemplo *P. tracheiphillum* Matta y *P. dimorphum* Hendrix et

Campbell, las clamidosporas de paredes gruesas, pueden también tener la misma función (Schroeder *et al.*, 2013).

Los Oomycetes presentan especies homotálicas (desarrollan anteridios y oogonios en el mismo cuerpo vegetativo o colonia), o heterotálicas (requieren la participación de una colonia compatible para reproducirse sexualmente (Campbell & Hendrix, 1967; Papa *et al.*, 1967; Dick, 1990; van der Plaats-Niterink, 1981; Martin, 1995). Van der Plaats-Niterink (1981) y Martin (1995) señalan la presencia ocasional del comportamiento homotálico en especies heterotálicas.

#### **4. SUPERVIVENCIA Y DISPERSIÓN DEL INÓCULO. RELACIÓN CON EL MANEJO DE LA ENFERMEDAD**

Los hongos verdaderos y los Oomycetes presentan similitudes morfológicas, fisiológicas y nutricionales, las cuales se traducen en el modo de colonización de los tejidos del hospedante, que obedecería a estrategias similares. Investigaciones sobre las proteínas codificadas por el genoma de *Ph. infestans*, *Ph. ramorum* y *Ph. sojae*, revelaron la transferencia horizontal de 34 genes desde el Reino Fungi a los Oomycetes, que estarían relacionados con características tales como la habilidad de romper la pared celular, extraer azúcares, nitrógeno y fosfatos, infectar a las células del hospedante e iniciar los mecanismos de defensa de la planta (Richards *et al.*, 2011 a, b).

La introducción del inóculo, tanto de *Pythium* como de *Phytophthora*, en una planta sana, puede deberse a la presencia de suelos o sustratos contaminados, al agua de riego como vehículo de las zoosporas o a la utilización de semillas u órganos de propagación vegetativa infectados (Agrios, 2005). Al descomponerse los tejidos vegetales colonizados por el patógeno, las oosporas se liberan en el suelo, donde pueden sobrevivir durante muchos años. Cuando el suelo se satura con agua, las oosporas pueden germinar formando zoosporangios, los cuales liberan zoosporas como en el caso de *Phytophthora*, o producen una vesícula con zoosporas como en *Pythium*, dependiendo de las condiciones ambientales de humedad y temperatura. En el caso de las especies patógenas, cuando una planta hospedante susceptible se halla en las cercanías, las zoosporas se mueven hacia las puntas de las raíces, mediante el impulso de los flagelos, en respuesta a estímulos químicos ocasionados por los exudados

radiculares (quimiotaxismo) (Bais *et al.*, 2006; Fry & Grünwald, 2010). La electrotaxis (atracción a campos eléctricos) también ha sido reportada (Hardham 1992; Martin & Loper, 1999; van West *et al.*, 2002). Luego de un período de movilidad, las zoosporas al tomar contacto con la superficie de una planta susceptible, pierden su flagelo, se enquistan y se adhieren mediante la secreción de una sustancia mucilaginosa (Fry & Grünwald, 2010). Un quiste es una estructura latente de corta duración y se considera que corresponde a un período de revitalización de las esporas. Distintas señales exógenas influyen en el cambio de la dirección o la velocidad de natación, o desencadenan el enquistamiento de las zoosporas o la germinación del quiste. En condiciones de laboratorio, las zoosporas pueden ser inducidas a enquistarse por agentes artificiales tales como altas concentraciones de productos químicos (Donaldson & Deacon, 1993a, b; von Broembsen & Deacon, 1997), o agitación mecánica. En la naturaleza probablemente responden al reconocimiento de un componente de la superficie donde se adhieren. Por ejemplo, las zoosporas de muchas especies de *Pythium* y *Phytophthora* son inducidas a enquistarse por acción de la pectina de la planta (Deacon, 2014). Los quistes pueden presentar ornamentos en su superficie, tales como pelos cortos (*Ph. cryptogea*) o largos y esparcidos (*P. monospermum*). A veces una secuencia de dos o más fases zoospóricas pueden intercalarse con fases enquistadas. Este fenómeno se conoce como Di o poliplanetismo (por ejemplo en los Órdenes Saprolegniomycetidae y Peronosporomycetidae) (Dick, 2001). Los quistes germinan formando hifas, las cuales penetran el tejido del hospedante. Los sitios preferidos de adhesión son la zona de elongación, justo por detrás de la cubierta de la raíz, sitios de emergencia de los pelos radiculares y células epidérmicas heridas (Hardham, 1992; Deacon & Donaldson, 1993; Johnstone, 2001). Las zoosporas pueden infectar las raíces jóvenes en las plantas de cualquier etapa de crecimiento en el que las células son indiferenciadas y carecen de capas de lignina y suberina (Martin & Loper, 1999; Agrios, 2005).

El desarrollo de *Pythium* y *Phytophthora*, tanto en suelos como en sustratos, es favorecido por largos períodos húmedos ocasionados por condiciones ambientales como la falta de luz, la escasa ventilación, el riego excesivo o una inadecuada condición del suelo o el sustrato (deficiente drenaje, mezclas arcillosas, con baja aireación), las cuales predisponen la diseminación e infección de estos patógenos, ya que posibilitan su desplazamiento a través de las láminas de agua (Erwin & Ribeiro, 1996). Esta ventaja

adaptativa permite que en los cultivos plantados en sustratos y más aún en sistemas recirculantes o hidropónicos, *Pythium* y *Phytophthora* ocasionen los principales problemas fitosanitarios (Shokes & McCarter, 1979; George & Biernbaum, 1990; Mac Donald, 1994; Stanghellini & Rasmussen, 1994; Ferguson & Jeffers, 1999; Schnitzler, 2004; Hong & Moorman, 2005). Por lo tanto se debe tener en cuenta que los sustratos, sistemas recirculantes, cultivos hidropónicos y medios de enraizado siempre húmedos, sumado a la falta de microorganismos supresores en la zona de la raíz, son ambientes ideales para el desarrollo de los Oomycetes (Sutton *et al.*, 2006). Además, en los cultivos bajo cobertura, la propagación de enfermedades es favorecida por condiciones más propicias al desarrollo de los patógenos, tales como la elevada humedad ambiente, el sistema de riego, la mayor densidad de plantación, comunes en este tipo de producción.

Con la finalidad de reducir las pérdidas en los cultivos afectados por los Oomycetes se aplican medidas de control específicas para estas patologías. El manejo integrado de las enfermedades deberá priorizar la prevención bajo criterios económicos y de sustentabilidad de los recursos. Desde un criterio epidemiológico se deberán aplicar estrategias que contemplen la disminución del inóculo inicial y la reducción de la tasa epidémica (Fry, 1982; Bergamin Filho & Amorim, 1996; Agrios, 2005). Entre las medidas a tomar se deberá: eliminar el inóculo y las fuentes de inóculo como los suelos o sustratos contaminados, las semillas u órganos de propagación vegetativa infectados, el agua de riego como vehículo de zoosporas y desinfectar los materiales previamente usados dentro del invernadero como bandejas y macetas, o en cultivos bajo sistema hidropónico los materiales usados como soporte (lana-roca/losas de fibra de coco u otros). A tal fin se podrán implementar diferentes tácticas: culturales (eliminación de restos de cultivos anteriores, rotación con cultivos no susceptibles, cultivo en camellones, riego por goteo, riego por pulsos), físico-biológicas (solarización), biológicas (uso de antagonistas, adición de compost), plantación de cultivares resistentes o tolerantes, uso de plantas madre sanas. Se deberá priorizar el cuidado en el manejo del agua: tipo de riego utilizado (por surco, goteo, inundación, aspersión), caudal y frecuencia del agua aportada, por su incidencia directa en la dispersión del inóculo y por lo tanto, en la aparición e intensidad de las infecciones. En cultivos hidropónicos o por fertirrigación se podrá proceder al manejo de la solución nutritiva (ozonización, radiación ultravioleta, cloración, filtrado). En este último caso,

se deberá considerar que los sistemas de desinfección de lixiviados utilizados correctamente, son eficaces para su recirculación, pero que algunos requieren el ajuste de propiedades de la solución nutritiva (pH, conductividad) y de la nutrición mineral (Fry, 1982; Stanghellini *et al.*, 1984; Hoitink *et al.*, 1991; Jarvis, 1992; Runia, 1995; Wohanka, 1995; Bergamin Filho & Amorim, 1996; Erwin & Ribeiro, 1996; Menzies & Belanger, 1996; Van Os *et al.*, 1999; Van Os *et al.*, 2001; Garibaldi *et al.*, 2004; Harman *et al.*, 2004; Hong *et al.*, 2004; Agrios, 2005; Hong & Moorman, 2005; Sutton *et al.*, 2006; Stewart-Wade, 2011).

El uso de productos químicos específicos para el control de enfermedades ocasionadas por *Pythium* y *Phytophthora*, continúa siendo una táctica muy utilizada. Se pueden realizar aplicaciones de productos con acción específica sobre Oomycetes, tales como metalaxil, furalaxil, propamocarb, etridiazol, fosetil-aluminio. Además se comercializa el mefenoxan, isómero del metalaxil. Al establecer un plan de aplicaciones es necesario considerar la alternancia de productos con diferente modo de acción. El metalaxil (metil N-(metoxiacetil)-N-(2,6-xilil)-DL-alaninato), formulado solo o en combinación con otros principios activos, es el producto más ampliamente utilizado en todo el mundo por su eficacia en el control de diferentes especies de *Pythium* y *Phytophthora*. Puede incorporarse al suelo, a la semilla o por aplicación foliar (Erwin & Ribeiro, 1996; Agrios, 2005). La sucesiva aplicación de fungicidas en el tiempo produce una disminución en la sensibilidad de los patógenos hacia los principios activos del producto y conduce a la búsqueda de una mayor eficacia de control, al aumento de las dosis de aplicación y del número de aplicaciones, o a la mezcla de diferentes principios activos. Esto ocasiona el aumento de resistencia de las poblaciones de microorganismos y el incremento de los costos de producción, remarcando la importancia de disponer de una correcta identificación de las especies patógenas, dado que algunos aislamientos han demostrado resistencia al metalaxil (Davidse *et al.*, 1981; Choi *et al.*, 1992; Deahl *et al.*, 1993; Sujkowski *et al.*, 1995; Erwin & Ribeiro, 1996) y al mefenoxam (R)-2-[(2,6-dimetilfenil)-metoxiacetilamino] (Taylor *et al.*, 2002; Moorman & Kim, 2004; Hwang & Benson, 2005; Hu *et al.*, 2008).

En los últimos años se está investigando la incorporación de activadores de resistencia, entre ellos los fosfitos. Si bien estos estudios deberán continuarse, han demostrado ser efectivos para mitigar algunas enfermedades. Los fosfitos son la forma

aniónica del ácido fosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>), una forma análoga o reducida de fosfato (King *et al.*, 2010). Su uso para el control de *Ph. cinnamomi* se ha extendido en Australia, USA y Europa. Pueden aplicarse por inyección al tronco o por pulverización foliar (Barrett *et al.*, 2004; Gentile *et al.*, 2009; King *et al.*, 2010; Anderson *et al.*, 2012). Se han observado algunos efectos adversos; al ser aplicados, algunas plantas manifestaron síntomas de fitotoxicidad (necrosis foliar, defoliación, clorosis, anormalidades en la reproducción, reducción del crecimiento radicular e incluso la muerte del vegetal (Barrett *et al.*, 2004).

## **5. CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN: MORFOLÓGICO, MOLECULAR, Y FILOGENÉTICO**

La identificación de los Oomycetes a nivel de especie es fundamental, debido a su importancia como patógenos capaces de producir severas pérdidas en los cultivos y en ecosistemas naturales, y a su amplia distribución y variedad de roles ecológicos. Además de posibilitar la selección de medidas de control apropiadas, debido a la adquisición de la resistencia a fungicidas observada en algunas especies, permite la implementación de medidas regulatorias que impidan la dispersión de los patógenos entre países.

Las primeras obras referidas al género *Pythium* fueron publicadas por Matthews (1931) y Sideris (1931, 1932). Los estudios de Matthews comprenden una completa monografía, una clave taxonómica y la descripción de 42 especies (Matthews, 1931). Middleton (1943) describe 66 especies haciendo mención de su rango de hospedantes y distribución geográfica. Publicaciones posteriores corresponden a Waterhouse (1968) y a van der Plaats-Niterink, (1981), Stamps *et al.*, (1990) y Dick (1990, 2001). Waterhouse (1968) agrupó a las especies de *Pythium* en 6 grupos (I al VII) que diferenció por las características de esporangios, oosporas y anteridios. Para Argentina, Frezzi (1956) describió exhaustivamente las especies de *Pythium* fitopatógenas encontradas en el país, sus hospedantes y localización geográfica, ampliando posteriormente esta información (Frezzi, 1977).

Una de las últimas modificaciones taxonómicas ha sido propuesta por Uzuhashi *et al.* (2010) donde en su clasificación restringe el género *Pythium* a aquellas especies con esporangios filamentosos, dilatados o no dilatados, creando cuatro nuevos géneros para dar cabida a las especies con esporangios no filamentosos: a) *Ovatisporangium* Uzuhashi, Tojo y Kakish que incluye especies con esporangio ovoide a piriforme, a veces de forma irregular; b) *Elongiosporangium* Uzuhashi, Tojo y Kakish especies con esporangios con forma de clava o alargados; c) *Globisporangium* Uzuhashi, Tojo & Kakish con esporangios globosos, a veces con proliferación y d) *Pilasporangium* Uzuhashi, Tojo & Kakish con esporangios globosos sin proliferación.

En el género *Phytophthora* las primeras identificaciones de especies en base a las características morfológicas fueron realizadas por Rosenbaun (1917); Tucker (1931) y Leonian (1925, 1934). Posteriormente otras obras fueron publicadas por Waterhouse (1963, 1970) y Newhook *et al.* (1978). La clave sistemática de Waterhouse (1963) fue modificada por Stamps *et al.* (1990). Erwin & Ribeiro (1996) publican el libro *Phytophthora Diseases Worldwide* que presenta la descripción y antecedentes de 64 especies. Esta obra y la de Waterhouse (1963), son las más utilizadas para la identificación de las especies por sus características morfológicas.

En Argentina, Frezzi (1950) publicó las descripciones e ilustraciones de las especies fitopatógenas de *Phytophthora* presentes en el país, su rango de hospedantes y las localidades donde se hallaron, actualizando en una publicación posterior, el listado de especies y enfermedades (Frezzi, 1977). Las obras de este autor sobre las especies de *Phytophthora* (1950, 1977) y sobre las de *Pythium* (Frezzi, 1956) son mundialmente reconocidas.

Los criterios de identificación se basan en las características morfológicas de las estructuras asexuales y sexuales (tipo de ramas anteridiales, tipo de oosporas, ornamentación de la pared del oogonio, etc), características culturales y rango de hospedantes. Se consideran el tipo de micelio, hábito de crecimiento; tipo, forma y tamaño de los esporangios, su forma, producción o no de zoosporas; presencia y forma de los hinchamientos hifales o clamidosporas; tipo, forma y tamaño de oogonios, anteridios y oosporas; número de anteridios y lugar de inserción, dimensiones de las estructuras, entre otras (Frezzi, 1950, 1956 y 1977; Waterhouse, 1963, 1970; van der

Plaats-Niterink, 1981; Stamps *et al.*, 1990; Erwin & Ribeiro, 1996; Dick, 2001). Para diferenciar a las especies también se han utilizado características fisiológicas como temperaturas óptimas de crecimiento (Stamps *et al.*, 1990; Frezzi, 1950, 1957; Erwin & Ribeiro, 1996), desarrollo en medio de cultivo adicionado con verde de malaquita (Frezzi, 1950, 1957); estudios de isoenzimas (Oudemans & Coffey, 1991).

En la década de los 80's, Karl Mullis descubre la técnica conocida como reacción en cadena de la polimerasa (PCR), la cual permite amplificar una región de rADN en cantidad suficiente para su análisis (Mullis *et al.*, 1986). Basadas en esta metodología se han utilizado diversas técnicas que han contribuido a la identificación de las especies.

El elevado y creciente número de especies de *Pythium* y de *Phytophthora*, la variabilidad en los caracteres morfológicos, el escaso desarrollo de estructuras en algunas especies, la existencia de especies atípicas, las dificultades en la esporulación e insuficientes conocimientos para la identificación, confirman que en ciertos casos es necesaria la aplicación de estudios moleculares. Surge así una nueva perspectiva de trabajo, donde los estudios morfológicos se complementan con los moleculares y los estudios filogenéticos brindan un mayor conocimiento de las especies y sus relaciones naturales (Lévesque *et al.*, 1998; Munford *et al.*, 2006).

La secuenciación del ADN y los bancos de secuencias genéticas como el GenBank-NCBI (*National Center for Biotechnology Information*) y el *Phytophthora Database*, entre otros) permitieron identificar especies por similitud al comparar secuencias propias. Si la secuencia de un gen particular o región del ADN, es similar o altamente similar a otra secuencia de confiable identificación (Tipo, Holotipo), de un banco genético, esto permite establecer que el aislamiento es de la misma especie. Uno de los primeros genes en usarse fue el 5.8S rADN entre los espacios ITS1 e ITS2. Esta región en Oomycetes es fácil de amplificar para secuenciar el ADN en la mayoría de las especies con iniciadores o "primers" universales (White *et al.*, 1990). Posteriormente comenzaron a utilizarse otros genes o regiones. Para *Pythium* el gen codificante de la subunidad  $\beta$  de la tubulina y los genes codificantes de la citocromo c oxidasa isoforma 1 e isoforma 2, respectivamente. Para *Phytophthora*: el gen codificante de la subunidad  $\beta$  de la tubulina, el gen codificante de la subunidad alfa del factor de elongación de la traducción 1(eEF1a), y los genes mitocondriales, *cox1* y *cox 2* (Martin & Tooley, 2003).

Al presente se hallan secuenciados los genomas de *Ph. infestans* (240mb), siendo éste el más grande y completo genoma secuenciado para Oomycetes, (Brian *et al.*, 2009), *Ph. sojae* (95mb), *Ph. ramorum* (65mb) (Tyler *et al.*, 2006), *P. ultimum* (42,8mb) (Lévesque *et al.*, 2010) y *Ph. capsici* (45mbp) (Lamour *et al.*, 2012). Otros están siendo secuenciados como *Ph. nicotianae* (syn. *Ph. parasitica*) INRA-310 (V2) (Broad Institute, 2010. *Phytophthora parasitica*. En: [http://www.broadinstitute.org/annotation/genome/Phytophthora\\_parasitica/MultiHome.html](http://www.broadinstitute.org/annotation/genome/Phytophthora_parasitica/MultiHome.html)), y *Saprolegnia parasitica* (Broad Institute. 2010. *Saprolegnia parasitica*. En: [http://www.broadinstitute.org/annotation/genome/Saprolegnia\\_parasitica/MultiHome.html](http://www.broadinstitute.org/annotation/genome/Saprolegnia_parasitica/MultiHome.html)).

Los análisis filogenéticos basados en secuencias de ADN, permiten la agrupación de las especies y la asignación de individuos desconocidos a una especie conocida. Varios autores (Guindon & Gascuel, 2003; Lévesque & de Cock, 2004; Paul *et al.*, 2008) han introducido modificaciones agrupando a las especies, y definiendo diferentes agrupamientos (=clados="clusters"). Algunos de los estudios realizados se han destacado, sirviendo de bases para la identificación de las especies y su ubicación taxonómica. Los primeros trabajos fueron efectuados por Matsumoto *et al.*, (1999), quienes basados en el análisis de secuencia de ITS del rADN comprobaron la relación filogenética de 30 especies de *Pythium* (ITS), en tanto que Cooke *et al.* (2000), hicieron lo mismo con 50 especies de *Phytophthora* y propusieron 8 agrupamientos. Posteriormente Martin & Tooley (2003) estudiaron la filogenia de 27 especies de *Phytophthora* y de 24 especies de *Pythium* en base a la citocromo oxidasa mitocondrial (cox I y cox II) y a dos genes, y Lévesque & de Cock (2004), realizaron el estudio filogenético de 116 especies de *Pythium* agrupándolas en 11 clados (A-K). En estos últimos años se han destacado los trabajos de Gallegly & Hong (2008), quienes relacionaron caracteres morfológicos con estudios moleculares (rADN Fingerprint Analysis) y el estudio realizado por Blair *et al.* (2008), el cual constituye un significativo avance sobre estudios previos, ya que presenta una robusta construcción filogenética de 82 especies de *Phytophthora* y 2 de *Pythium* para interpretar la historia evolutiva del género, apoyada en la utilización de 7 genes nucleares (28S rADN, 60S rADN L10, beta tubulina, factor de traducción y elongation 1 alpha, enolasa) y 2 ribosomales (cox1, cox2), obteniendo 10 agrupamientos o "clusters". Recientemente,

Kroon *et al.* (2012) ampliaron los estudios de Cooke *et al.* (2000) usando genes nucleares y mitocondriales. Actualmente el proyecto “Barcode of life “desarrolla un sistema de identificación basado en el ADN que puede catalogar a todas las especies (<http://www.barcodeoflife.org/content/partners>). Los códigos de barras de ADN utilizan un pequeño fragmento de ADN de un organismo (una porción de un solo gen-para identificar la especie a la que pertenece el organismo).

Con la finalidad de complementar la información aportada por técnicas morfológicas y moleculares para *Phytophthora* se han propuesto y comenzado a desarrollar claves que relacionan caracteres morfológicos y moleculares (“lucid key”) (Abad & Coffey, 2008; Ristaino *et al.*, 2008; Ristaino & Hu 2009; Ristaino, 2012; Abad *et al.*, 2012). Abad (2010) propone que estas claves para Oomycetes se basen en los tipos primarios, es decir las descripciones y trabajos filogenéticos realizados en base a los cultivos utilizados por el investigador para describir una nueva especie (Tipo, Holotipo) y señala ante la falta de éstos, el uso de los Extipo. Esta recomendación también debe tomarse en cuenta al comparar secuencias en bancos genéticos y construir árboles filogenéticos otorgando mayor confiabilidad al resultado obtenido. Se destacan los minuciosos trabajos de Abad *et al.* (2012) y de Abad (2014), que incluyen la información morfológica y molecular de las 142 especies conocidas hasta el momento, descripciones, claves, imágenes, diagramas y secuencias basadas en las identificaciones de la plataforma *Phytophthora* Database (En: <http://www.phytophthoradb.org/>).

Actualmente hay una corriente de taxónomos que está reposicionando las especies en géneros que ya han sido descritos o en nuevos géneros. El género *Phytopythium* Abad, de Cock, Bala, Robideau, Lodhi & Lévesque (Bala *et al.*, 2010; MycoBank.<http://www.mycobank.org/BioloMICS.aspx?Table=Mycobank&Rec=470360&Fields=All>), posicionado entre *Pythium* y *Phytophthora* en el Orden Peronosporales, familia Pythiaceae (de Cock *et al.*, 2015), incluye especies de *Pythium* anteriormente ubicadas en el clado K (Lévesque & de Cock, 2004).

Los estudios moleculares si bien constituyen una herramienta rápida y eficaz no deben ser considerados como una metodología de reemplazo de la identificación sobre la base de estudios morfológicos, biométricos y culturales. Estas metodologías deben considerarse complementarias para la identificación taxonómica de Oomycetes (Paulitz

*et al.*, 2003; Allain -Boulé *et al.*, 2004; de Cock & Lévesque, 2004; Belbahri *et al.*, 2006).

## **6. ANTECEDENTES SOBRE TRABAJOS DE RELEVAMIENTO DE *PYTHIUM* Y *PHYTOPHTHORA***

A lo largo del tiempo los investigadores han tratado de estimar el número total de especies fúngicas, arribando a diferentes resultados. Blackwell (2011) y O'Brien (2005), señalaron valores que oscilan entre los 3,5 -5,1 millones de especies de hongos, en tanto que Hammond (1995) y Hawksworth (1991, 2001) concluyeron que existirían 1,5 millones. Otros cálculos oscilan entre 1 millón (Rossman, 1994) a 9,9 millones (Cannon, 1997). Quince *et al.*, (2009) consideraron que los valores del número total de especies fúngicas estarían sobreestimados y propusieron un algoritmo para su corrección. Las predicciones de Hawksworth (1991, 2001), de 1,5 millones, son las más aceptadas por los micólogos. Hawksworth (2004) estimó que las descripciones de microorganismos fúngicos alcanzarían a menos del 10% de las cifras estimadas y según Crous & Groenewald (2005) al 7%. Según Rossman (1994), el número de Oomycetes constituye una mínima proporción del número total de hongos, estimando que serían unos 20.000 Oomycetes/1,5 millones hongos.

Estudios específicamente referidos al relevamiento de los géneros *Pythium* y *Phytophthora* han sido llevados a cabo en diferentes países, incluyendo especies parásitas y/o saprófitas, significando un aporte al conocimiento de la biodiversidad de una región. Para especies de *Pythium*, entre otros, hallamos: Argentina (Frezzi, 1956); Australia (Vaartaja & Bumbieris, 1964; Pratt & Heather, 1973); Brasil (Carvalho, 1965; Baptista, 2004); Canadá (Booth & Barret, 1971, 1976); China (Yu & Ma, 1989; Ho *et al.*, 2012); Estados Unidos (Campbell & Hendrix, 1967; Hendrix & Campbell, 1970); Filipinas (Quimio & Abilay, 1977); India (Rao, 1963); Irán (Mostowfizadeh-Ghalamfarsa & Banihashemi, 2005); Japón (Takahashi, 1973); Netherlands (Holanda) (van der Plaats-Niterink, 1975); Nueva Zelanda (Robertson, 1980); Pakistán (Lodhi, 2007). Para *Phytophthora*: Argentina (Frezzi, 1950, 1977); China (Ho, 1996); Estados Unidos (Campbell & Hendrix, 1967; Hendrix & Campbell, 1970; Erwin & Ribeiro, 1996); Taiwan (Ho *et al.*, 1995).

Entre los relevamientos efectuados en cultivos ornamentales caben destacar los de Robertson (1980) en Nueva Zelanda; Ann (1992) en cultivos de Aráceas en Taiwan, y los de Abad *et al.* (1994) en céspedes y Moorman *et al.* (2002) en cultivos florales, en los Estados Unidos. Otros trabajos fueron publicados por Hong & Morman (2005), mediante técnicas de cebado identificaron especies de *Pythium* y *Phytophthora* presentes en agua de riego de cultivos ornamentales. En los últimos años se han efectuado relevamientos en España (Moralejo *et al.*, 2009; Perez Sierra *et al.*, 2012) y en México donde Diaz Celaya *et al.* (2011) identificaron especies de *Pythium* en muestras de tejido enfermo y en la rizósfera del suelo de plantas de vivero.

## 7. ESTUDIOS EFECTUADOS EN ARGENTINA

Las investigaciones más destacadas sobre *Pythium* y *Phytophthora* fueron realizadas por Frezzi, quien entre los años 1937-1970 profundizó el estudio de varias especies que se conocen actualmente en el país. En sus obras, Frezzi (1950, 1956, 1977) realizó y compendió una completa caracterización morfológica de las especies, con detallados dibujos que han sido tomados como referencia en obras extranjeras.

Para *Pythium*, estos estudios no fueron continuados hasta la identificación de *P. tracheiphillum* afectando *Lactuca sativa* (lechuga) (Kiehr *et al.*, 2000). En gran parte de las citas de este género se hace mención a nuevas relaciones hospedante-*Pythium* sp., sin llegar a la identificación de la especie.

En el caso de *Phytophthora*, otros autores estudiaron diferentes patosistemas, con la finalidad de identificar y controlar nuevas patologías, o profundizar el estudio de aquéllas que ocasionaban pérdidas económicas significativas, como las relaciones entre *Ph. infestans-Solanum tuberosum* L., *Ph. sojae-Glicine max* (L.) Merr. y *Ph. capsici-Capsicum annum* L. Se destacan los estudios realizados por Barreto y colaboradores sobre la determinación de razas de *Ph. sojae*, los cuales han significado una importante contribución al estudio de este patógeno en el país (Barreto *et al.*, 1991; 1995, 1998 a, b; Barreto & Vallone, 1997), siendo continuados por otros investigadores (Ploper *et al.*, 1998, 1999; Gally *et al.*, 2007; Grijalba *et al.*, 2011, 2014). Otros patosistemas ampliamente estudiados han sido *Ph. infestans-Solanum tuberosum* (Calderoni, 1978; Mantecón 1987, 1989, 2009; Mantecón & Escande 1984, 1985 a, b; Van Damme & Ridao, 1994; Van Damme *et al.*, 1997; Kessel *et al.*, 2010; Lucca & Huarte, 2012, entre muchos) y *Ph. capsici-Capsicum*

*annuum* (Galmarini *et al.*, 1991, 1995, 1997; Galmarini & López Frasca, 1998; Roig *et al.*, 2009; Gobena *et al.*, 2012, entre muchos). Actualmente se llevan a cabo relevamientos en la región noreste de la provincia de Buenos Aires, para detectar la presencia de *Phytophthora capsici* en cultivos hortícolas (Iribarren *et al.*, 2012 a, b; 2013).

Las únicas investigaciones efectuadas en ecosistemas naturales corresponden a las realizadas por Greslebin *et al.* (2005, 2007, 2010), Vélez *et al.* (2012, 2013) y La Manna *et al.* (2013) en el patosistema *Phytophthora austrocedae*-*Austrocedrus chilensis* en los bosques patagónicos y de otras especies de *Phytophthora* del bosque nativo y comprenden la biología del patógeno, los mecanismos de patogenicidad, la resistencia del árbol hospedante y el control de la enfermedad.

Entre 2006 y 2011 se han efectuado relevamientos en árboles frutales de *Prunus avium* (cerezo) y *Olea europea* (olivo) cultivados en la Provincia de Mendoza (Lucero *et al.*, 2006, 2007, 2011; Vettraino *et al.*, 2009). Actualmente la Dra Lucero, el Dr Pizzuolo y colaboradores investigan las especies de *Phytophthora* involucradas en la muerte de estos frutales, su patogenicidad, la susceptibilidad varietal en olivos y portainjertos de cerezo y el control biológico de *Ph. nicotianae*, *Ph. citrophthora*, *Ph. palmivora*, *Ph. cryptogea* y *Ph. capsici*, con aislamientos autóctonos de *Trichoderma*, con fostitos y con extractos vegetales (Lucero, com. pers.).

En el Alto Valle del Río Negro y Neuquén, las Ings. Agrs. Mirta Rossini, Alicia Dobra y colaboradores, realizan continuos relevamientos de enfermedades en perales y manzanos. Han trabajado particularmente en las pudriciones radiculares y del cuello de frutales de pepita, ocasionadas por *Ph. cactorum*, estudiando su patogenicidad, la eficacia de diferentes formulaciones específicas para Oomycetes, (Rossini & Di Miasi, 1996, 1997; Rossini, 1999) y la variación en los índices de cosecha, entre otros (Rivero *et al.*, 2009). Más recientemente han caracterizado a la nueva especie *Ph. taxon Salixsoil* (denominada posteriormente *Ph. lacustris*), ocasionando pudrición firme en poscosecha de peras en las provincias de Río Negro y Neuquén (Dobra *et al.*, 2011). El patosistema *Ph. cactorum* también ha sido investigado en el Noreste de la provincia de Buenos Aires, dónde se han efectuado relevamientos en cultivos de frutilla para estudiar las etapas de supervivencia e infección (González *et al.*, 2003 a, b).

En el Cinturón verde que rodea a las ciudades de La Plata y Buenos Aires, las patologías identificadas son escasas. En los estudios más cercanos sobre *Pythium*, en su mayoría no fue completada su identificación específica (Palmucci & Grijalba 2003; Palmucci *et al.*, 2006; Wolcan & Grego, 2004, 2007). *Pythium aphanidermatum* fue identificado afectando *Amaranthus plumosus* (Noelting & Sandoval, 2007) y *Euphorbia pulcherrima* en camas de enraizamiento bajo riego por goteo (Palmucci & Grijalba, 2007). Con respecto a *Phytophthora*, en cultivos de La Plata se han identificado: a *Ph. nicotianae* afectando *Chamelaucium uncinatum* Schauer (flor de cera) (Wolcan *et al.*, 2005); *Ph. cryptogea* sobre *Gerbera jamesonii* Bolus (gerbera), *Actinidia deliciosa* (Chev.) Liang y Ferg (kiwi), *Ocimum basilicum* L. (albahaca), *Callistephus chinensis* (aster de la China) y *Salvia officinalis* (salvia) (Wolcan & Ronco, 2006); *Ph. nicotianae* en *Gypsophila paniculata* L. (gipsófila) (Wolcan *et al.*, 2007); *Phytophthora* sp. en *Primula obconica* Hance (primula) creciendo en maceta y en *Capsicum annuum* L. (pimiento) creciendo en perlita (Palmucci *et al.*, 2006).

De todo lo expuesto se observa que: de acuerdo con la bibliografía internacional, hasta el presente se han descrito 142 especies de *Phytophthora* y 160 especies de *Pythium* (Abad *et al.*, 2012, Abad, 2014). En Argentina se encuentran citadas 18 especies de *Pythium* (Frezzi, 1956) y 18 especies de *Phytophthora*, (Frezzi, 1950, 1957) aisladas de plantas enfermas. Dieciseis especies de *Pythium* fueron aisladas en la provincia de Córdoba y 4 en la Provincia de Buenos Aires (Frezzi, 1956), y 12 y 13 especies de *Phytophthora* fueron aisladas de esas provincias respectivamente (Frezzi, 1950). Es así que, frente a la diversidad de especies conocidas en el mundo y a la falta de relevamientos realizados en los últimos años en el país es esperable que existan enfermedades de las plantas ocasionadas por *Pythium* spp. y *Phytophthora* spp. aún no diagnosticadas en los cultivos el Cinturón verde La Plata-Buenos Aires y que una mayor diversidad de patógenos no citados aún en el país estarían afectando estos cultivos.

A tal efecto se propone el presente estudio de tipo descriptivo con el objetivo de actualizar el status o inventario de estos géneros en el país, realizar una prospección de enfermedades presentes en la Región, identificar nuevas patologías y relaciones hospedante-patógeno, y confirmar la presencia de las ya citadas. El conocimiento de estos organismos y su distribución será importante para otros estudios (epidemiológicos, comportamiento de variedades, estrategias de manejo), por lo tanto la información

lograda será de relevancia no solo en el ámbito nacional y regional, sino además un aporte al conocimiento global sobre estos organismos de gran importancia fitopatológica.

Se plantean las siguientes hipótesis y objetivos:

## **8. HIPOTESIS**

- Existen enfermedades aún no diagnosticadas en los cultivos de la región en estudio ocasionadas por especies de *Pythium* y de *Phytophthora*.
- Una mayor diversidad de patógenos, dentro de este grupo taxonómico (Pythiales), estarían afectando cultivos ornamentales del Cinturón verde La Plata-Buenos Aires y áreas de interés.
- Nuevas relaciones hospedante-patógeno ampliarían el rango de enfermedades presentes.

## **9. OBJETIVOS**

### **9.1. OBJETIVO GENERAL**

- Conocer la diversidad de especies fitopatógenas de *Pythium* y *Phytophthora* (Peronosporomycetes) presentes en Argentina, con énfasis en aquéllas que afectan cultivos ornamentales en el Cinturón verde La Plata-Buenos Aires.

### **9.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Recopilar y organizar la información publicada en Argentina en relación con la presencia y distribución de *Pythium* spp. y *Phytophthora* spp. (rango de hospedantes, primera cita en el país, síntomas, localización geográfica, especies por región, especies por tipo de cultivo, especies por provincia, estudios moleculares realizados en el país).

- Efectuar una prospección de las enfermedades ocasionadas por *Pythium* y por *Phytophthora* en cultivos intensivos ornamentales en algunas localidades del Cinturón verde La Plata-Buenos Aires.
- Describir y caracterizar a las especies aisladas mediante el estudio de sus caracteres culturales, morfológicos y biométricos (estructuras vegetativas y estructuras reproductivas sexuales y asexuales).
- Comprobar la patogenicidad de los microorganismos aislados en plantas de la misma especie a temperatura y humedad controladas.
- Utilizar información complementaria de secuencias de rADN cuando sea necesario definir identificaciones de las especies complejas o nuevas y construir árboles filogenéticos.

**CARACTERIZACIÓN DEL  
SECTOR FLORÍCOLA Y LA  
REGIÓN EN ESTUDIO**

## 1. CARACTERIZACIÓN GENERAL

En la Argentina la floricultura es una actividad originada en las primeras décadas del siglo pasado que se desarrolla en gran parte de su extenso territorio, caracterizado por una amplia diversidad de climas. No existen datos actualizados para poder calcular los valores de esta producción, pero según los integrantes del sector, " el valor bruto de la producción a nivel nacional alcanzaría los U\$S 200 millones/año, valor que se cuadruplica al considerar otros actores del área" (INTA informa, 2011). En la década pasada el sector florícola ocupaba a 22.000 trabajadores directa e indirectamente, distribuidos en su mayoría en el Gran Buenos Aires, Salta, Jujuy, Tucumán seguido por Mendoza, Rosario y Córdoba. Los productores y trabajadores rurales han sido en su mayoría inmigrantes portugueses e italianos, más tarde japoneses y en períodos más recientes de origen boliviano, estos últimos más dedicados a la horticultura (Barbetti & Russo Guarnera, 2005). La Argentina presenta un gran potencial para el desarrollo de la floricultura debido a su situación geográfica, la diversidad y la tecnología disponible. Nuevas regiones del país se han incorporado con la posibilidad de producir flores de corte y plantas ornamentales en contra-estación respecto de los países importadores (INTA informa, 2011).

La Provincia de Buenos Aires agrupa algo más del 50% de los emprendimientos productivos del país. Según el Censo Horti-florícola 2005 (CHFBA, 2005) se registran 1453 ha dedicadas al cultivo de flores y plantas ornamentales con 922 unidades de producción. De ellas, el 85% se concentra en el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA), que es el territorio más poblado y de mayor heterogeneidad social del país, donde se concentra el principal polo industrial, financiero y comercial (Fernández, inédito). En los alrededores de los centros urbanos del AMBA, se desarrollan actividades periurbanas entre las cuales se destacan las agrícolas de tipo intensivo, que en su conjunto conforman es el llamado Cinturón verde La Plata-Buenos Aires. En esta zona predomina la producción de especies ornamentales y hortícolas y una menor superficie se destina a especies frutales, aromáticas y forestales. Es de destacar que Buenos Aires es uno de los conglomerados urbanos con mayor tradición y posibilidades en la adquisición de productos florales a nivel Latinoamericano, por lo que este posicionamiento regional, la convierte en el centro hegemónico a nivel productivo y comercial del sector, y en referente obligado en el ámbito nacional. El AMBA presenta

un radio de 50 Km, comprende 30 municipios y se divide en tres zonas, Norte, Oeste y Sur, que rodean a la Capital Federal.

Según datos del Censo Horti-florícola 2005 (CHFBA, 2005) el partido de La Plata, con poco más de 309 explotaciones y 270 hectáreas cubiertas de invernaderos dedicados a la floricultura, se constituye en el principal municipio productor florícola de la provincia y del país. Estas explotaciones, que comparten el espacio de la citada área con la horticultura, se reparten en tres sistemas de producción: flores y follajes de corte, plantas en macetas, y árboles-arbustos ornamentales, sumado a algunas explotaciones que combinan alguno de estos subsistemas. Entre 2010 y 2011, según estimaciones a partir de datos obtenidos mediante una encuesta realizada en el partido de La Plata (Dirección Provincial de estadística (DPE)-INTA, 2012), "la superficie cultivada con flores de corte se incrementó el 21 % con respecto a 2005. La producción de flores platense tiene como principal destino el consumo interno: el 62% de la producción va al AMBA; el 16% al resto de la provincia de Buenos Aires, y el 21% a otras provincias. Sin embargo, según informantes de los mercados concentradores de flores, los envíos de producción al interior del país poseen una participación de más del 50% de la producción" (Villanova, 2013).

La producción nacional sigue la misma tendencia, el 99% de las flores se consume en el mercado interno, el mayor de Sudamérica junto con el brasileño. Desde la década del 70 sólo ha habido exportaciones puntuales de rosa (*Rosa* sp), clavel (*Dianthus caryophyllus* L.), lisiantus (*Eustoma grandiflorum* [Raf.] Shinn), gipsófila (*Gypsophilla paniculata* L.), fresia (*Freesia* x *hybrida*), aster o reina Margarita (*Callistephus chinensis* (L.) Nees), bulbos de tulipán (*Tulipa* sp.) y, recientemente, peonía (*Paeonia officinalis* L.). Las flores más demandadas tanto en el país como en el exterior son los crisantemos, claveles y rosas. En maceta, la mayor producción la lideran aquéllas para jardín y las de interior, seguidas por las florales y los arbustos. Según los especialistas, el incremento en la demanda de flores de corte y plantas ornamentales está relacionado con el crecimiento económico y el bienestar nacional (INTA informa, 2011).

En relación a las prácticas agrícolas, según información aportada por un relevamiento efectuado en 2012 por el Gobierno de la Provincia de Buenos Aires y el INTA, el 87% de los productores manifestó no desinfectar el suelo y un 82 % no

realizar análisis de agua ni suelo. Se observó que en cuanto al asesoramiento en el uso de plaguicidas, el mismo es realizado principalmente por los proveedores de insumos (47%), las cooperativas (33%) y otro productor (20%); solo el 6% de los emprendimientos productivos accede a un técnico. Considerando el capital fijo –maquinarias y equipos– se registró una falta de renovación del mismo, y la mayoría cuenta con una antigüedad de más de diez años (Villanova, 2013). En cuanto al tipo de tecnología utilizada por los pequeños productores florícolas, existe un predominio del uso de la pulverizadora y fertilizadora manual. El tipo de calefacción que predomina es en base a carbón, leña o kerosene, luego otros usan gasoil o kerosene y unos pocos gas natural. El riego en los invernáculos en general es manual con manguera y en un mínimo porcentaje por goteo o aspersión (Morisigue *et al.*, 2002; Agencia de Cooperación Internacional del Japón-JICA-INTA, 2003).

La producción de flores para corte está concentrada en la zona Sur (La Plata), donde localidades más representativas son: Colonia Urquiza, Colonia Las Banderitas, Colonia La Plata, El Peligro, Abasto, Melchor Romero, Los Porteños, Arturo Seguí, City Bell y Villa Elisa. Si bien también se hallan cultivos de plantas en maceta, este tipo de producción se concentra en las regiones Norte y Oeste del Gran Buenos Aires, comprendiendo un elevado número de especies y cultivares. Siguen predominando las especies de flor de corte tradicionales *Rosa* spp., *Chrysanthemum morifolium* Ramat.=syn. *Dentranthema morifolium* (Ramat.) Tzvel. (crisantemo) y *Dianthus caryophyllus* L., a las que deben agregarse otras como *Gypsophila paniculata*, *Fressia* sp., *Eustoma grandiflorum*, *Lillium* sp. (lilium), *Gerbera jamesonii* (gerbera) e híbridos de *Alstroemeria*, hasta completar un número cercano a treinta especies de diversas características que satisfacen las necesidades del mercado a lo largo de todo el año. En plantas en maceta se destaca la producción de plantines de jardín sobre todo de alegría del hogar (*Impatiens walleriana* Hook. f.), pensamiento (*Viola tricolor* L.), petunia (*Petunia* x *hybrida* (Vilm) y begonia (*Begonia* spp.) (Morisigue *et al.*, 2002; 2012) y por su follaje o floración: *Epipremnum aureum* (Linden & André) G.S. Bunting (potus), helechos, *Ficus* spp., *Cissus rombifolia* Vahl (cissus), *Aralia* sp. (aralia), *Rhododendron indicum* (L.) Sweet (azalea) y *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch. Además los árboles y arbustos ornamentales, encuentran en La Plata alguno de los viveros más importantes del país (AER-INTA Gran Buenos Aires, 2006) (Fig. 1).

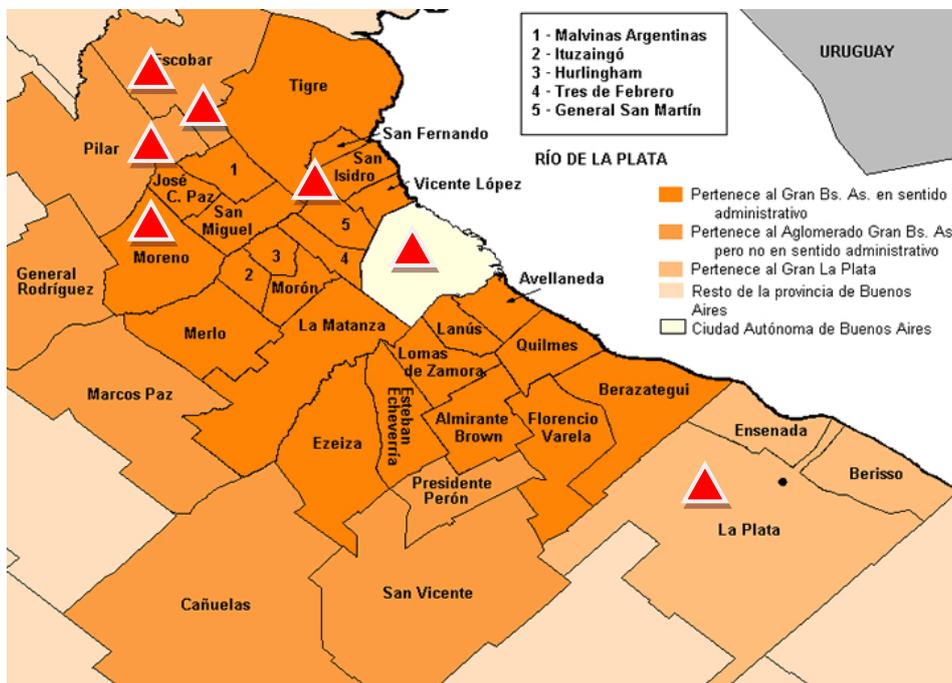
En la década de los 90, el contexto económico favoreció la introducción de tecnologías, como fertirrigación, invernáculos más modernos, producción de plántulas en multiceldas, nuevas variedades de rosas y claveles, y sustratos, entre otras (INTA informa, 2011). En lo que respecta a la producción de flores de corte, el uso de invernaderos se acentuó, si bien la práctica fue incorporada hace muchos años. Gran parte de los cultivos se desarrollan protegidos, creciendo bajo condiciones ambientales que posibilitan su producción durante todo el año, alcanzando mayores rendimientos y calidad que los productos obtenidos a campo. No obstante, si la humedad ambiente no es controlada mediante una adecuada ventilación y uso racional del riego, la condensación interna producida en las paredes favorece el desarrollo de enfermedades ocasionadas por microorganismos fitopatógenos, principalmente pseudohongos, hongos y bacterias (Barbetti & Russo Guarnera, 2005).

## **2. CONDICIONES AMBIENTALES: CLIMA Y SUELO**

El clima en el Cinturón verde La Plata-Buenos Aires puede clasificarse como templado cálido. La temperatura media anual es de 16-17°C según la zona. Presenta inviernos frescos con una temperatura media de 9°C considerando junio-julio-agosto. El comienzo y fin del período con heladas es muy variable. Los cambios constantes registrados en la temperatura media anual, afectan al período de floración normal de cada especie, como por ejemplo las registradas en otoño del año 2005, cuando la temperatura fue más elevada de lo habitual. El valor medio de precipitaciones anuales oscila en los 1000 mm, con mayor precipitación en el semestre cálido (octubre a marzo) con respecto al semestre frío (abril a setiembre) (Información suministrada por las Estaciones Climatológicas La Plata-Observatorio Astronómico y Ezeiza). El granizo no representa un riesgo permanente, y el uso del invernáculo atenúa los efectos del mismo. En lo que respecta a las heladas, la presencia del invernáculo sumado a la calefacción permite minimizar sus efectos y mantener temperaturas tolerables por los cultivos.

Los suelos de la región del AMBA (que incluye al Cinturón verde La Plata-Buenos Aires) presentan textura limosa, horizonte superficial de color oscuro, composición mineralógica rica en nutrientes, con buena estructura y alta porosidad, lo que les da una consistencia blanda. Corresponden al orden: “Molisoles” (de mollis,

blando en latín), estando su horizonte subsuperficial enriquecido en arcillas, denominado argílico. Los suelos con estas características son clasificados como “Argiudoles” predominando en una franja de 50-60 km de ancho desde el Río de la Plata. Considerando la composición y proporción de las arcillas en estos suelos, se diferencian dos tipos: los Argiudoles típicos y los Vérticos. En la zona Oeste del AMBA los Argiudoles vérticos se encuentran en las zonas de relieve más elevado y los Argiudoles típicos en las pendientes y lomas de altura intermedia (Agencia de Protección Ambiental (APRA), del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. 2010). Las características físico-químicas de estos suelos los hacen aptos para el desarrollo de la floricultura en la región del Cinturón verde-La Plata-Buenos Aires.



**Figura 1: Cinturón verde La Plata-Buenos Aires.** Localidades muestreadas: Escobar, Garín, Matheu (Partido de Escobar), Pilar (Pdo de Pilar), San Isidro, Moreno, La Plata (Abasto-Los Hornos). Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

# **MATERIALES Y MÉTODOS**

## 1. ANTECEDENTES SOBRE ESPECIES FITOPATÓGENAS DE LOS GÉNEROS *PYTHIUM* Y *PHYTOPHTHORA* EN ARGENTINA

Con la finalidad de conocer el estado actual de la información disponible sobre los géneros *Pythium* y *Phytophthora* en Argentina, se llevó a cabo una revisión de antecedentes desde los primeros registros desde fines del siglo XIX hasta octubre de 2013. Se consideraron sólo especies patógenas de plantas. Se consultaron fuentes primarias y secundarias de información impresa y electrónica. Primarias: a) presentaciones en reuniones científicas nacionales e internacionales, entre ellos distintas ediciones de las Jornadas de cultivos bajo cobertura, Jornadas Fitosanitarias Argentinas, Jornadas de Botánica, Congreso Nacional de Fitopatología, Congreso Latinoamericano de Fitopatología, International Congress of Plant Pathology, etc; b) publicaciones periódicas nacionales e internacionales (Revista de la Facultad de Agronomía-UBA, Revista Facultad de Agronomía-UNLP, Boletín Sociedad Argentina de Botánica, Fitopatología-ALF, Journal of Plant Pathology, Plant Disease, Phytopathology, Plant Pathology, Tropical Plant Pathology); c) Publicaciones electrónicas (Australasian Plant Diseases Notes, New Diseases Report, entre otras). Secundarias: a) libros (Marchionatto, 1948; Fernández Valiela, 1978, 1979; Sarasola & Roca de Sarasola, 1975); b) publicaciones electrónicas (Nome *et al.*, 2013. Atlas Fitopatológico de Argentina) y c) bases de datos: AGRIS (International Information System for the Agricultural Science & Technology) 1991-2001 (<http://agris.fao.org/>); CABPESTCD 1973-1988; 1989-1999/05; 2000/01-2001/02; CABPEST en línea (CAB International on SilverPlatter, Search and Retrieval Software) 1990-2013; Ebsco Host Research Databases, en línea, 1975-2013 (<http://search.ebscohost.com>); CAB ABSTRACT, en línea, 1990-2013 (<http://ovidsp.tx.ovid.com>); SCIENCE DIRECT, en línea (<http://www.sciencedirect.com>); SCOPUS (<http://www.sciencedirect.com>), en línea, 1975 - 2013.

La nomenclatura botánica de los hospedantes se basó en el Index Internacional de Nombres de plantas (The International Plant Name Index. En <http://www.ipni.org/>) y la nomenclatura de los pseudohongos en el Index Fungorum (<http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>), Dictionary of the Fungi (Kirk *et al.*, 2008), la base de datos de USDA-Fungal Nomenclature DataBase, Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA, USA (Minnis *et al.*, 2014, Farr & Rossman, 2012, 2014, 2015 En: <http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>) y las bases

de datos: *Phytophthora Database* de Estados Unidos (<http://www.phytophthoradb.org/>) y MykoBank (<http://www.mycobank.org/>) de Holanda. También fueron consultadas las revisiones de van der Plaats-Niterink (1981) y de Erwin & Ribeiro (1996).

A partir de la información obtenida en esta revisión se estableció el status de las especies de *Pythium* y de *Phytophthora* hasta el año 2013. A efectos de lograr una mejor visualización de la información obtenida (especies citadas, rango de hospedantes, primera cita en el país, síntomas, localización geográfica, especies por región, por tipo de cultivo, por provincia y publicaciones que incluyen estudios moleculares de las especies, efectuados por primera vez en el país) los resultados se presentaron en forma de Tablas y Figuras.

## **2. PROSPECCIÓN DE ENFERMEDADES EN EL CINTURÓN VERDE LA PLATA- BUENOS AIRES Y OTRAS ÁREAS DE INTERÉS.**

**2.1 Cinturón verde La Plata-Buenos Aires:** Durante el período comprendido entre la primavera del año 2009 y primavera del año 2012, se llevó a cabo una prospección de enfermedades causadas por especies de *Pythium* y *Phytophthora*, afectando a cultivos intensivos ornamentales. La zona de muestreo se circunscribió al denominado Cinturón Verde La Plata-Buenos Aires, dónde se visitaron establecimientos productivos de plantas y de material propagativo y/o viveros de venta, ubicados en las localidades de: Escobar, Garín, Matheu (Partido de Escobar), Pilar (Partido de Pilar), San Isidro, (Partido de San Isidro), Moreno, La Plata y Abasto (Partido de La Plata) y de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Fig.1). Las características productivas y regionales se describen en el ítem: “*Caracterización del Sector florícola y la región en estudio*”. Durante el período citado se concurrió una o dos veces a cada establecimiento en primavera-verano-otoño, visitándose al menos tres localidades/año. El criterio de selección de los cultivos evaluados se fundamentó en su importancia económica y difusión, poniéndose énfasis en la observación de hospedantes sobre los cuales en otros países se han hallado enfermedades ocasionadas por especies de *Phytophthora* o *Pythium*. Para cada localidad propuesta se visitó al menos un establecimiento con al menos 2 invernáculos de plantas y/o de material propagativo. Se efectuó un muestreo de tipo direccionado hacia el hospedante con síntomas presumiblemente causados por *Pythium* y/o *Phytophthora*: *damping off*, marchitamiento, podredumbre basal,

atizomamiento, canchros en troncos, podredumbre de raíces y manchas foliares. Ante la presencia de un grupo de plantas enfermas, dentro de éste las muestras se tomaron al azar. Se guardaron en bolsas de polietileno rotuladas hasta llegar al laboratorio. Se registró información sobre la edad del cultivo y la sintomatología observada. La recolección de muestras dependió del tipo de enfermedad que se deseó valorar, preferentemente la planta o el plantín entero con suelo rizosférico, o en el contenedor, en *Casuarina cunninghamiana* raíces y porción basal del tallo y en *Cucurbita maxima* frutos afectados en contacto con el suelo. Dentro de los distintos grupos de plantas ornamentales que se cultivan en la zona en estudio los cultivos evaluados fueron los siguientes:

**2.1.1. Cultivos de plantas con flores para corte en parcelas de suelo:** *Gypsophila paniculata* L. (gipsofila, mosquito, velo de novia), *Gerbera jamesonii* Bolus (gerbera), *Chamelaucium uncinatum* Schauer (flor de cera), *Eustoma grandiflorum* Raf. (lisianthus); *Dianthus caryophyllus* L. (clavel), *Dendranthema grandiflora* Tzvelev. = *Chrysanthemum morifolium* Ramat. (crisantemo).

**2.1.2. Cultivos en contenedores (macetas) con suelo, sustrato o mezcla:**

**Plantas herbáceas atractivas por su floración:** *Cyclamen persicum* L. (violeta de los Alpes), *Catharanthus roseus* (L.) G. Don fil. = *Vinca rosea* (vinca), *Impatiens wallerana* J.D. Hook (alegría del hogar, impatiens), *Impatiens x hawkeri* W. Bull (impatiens Nueva Guinea), *Gazania repens* (L) Gaertn (gazania), *Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch (flor de Pascua, Poinsetia estrella federal), *Schumblbergera truncata* (Haw.) Moran=*Zygocactus truncatus* (Haw.) Schum (Santa Teresita), *Begonia x tuberhybrida* (begonia tuberosa), *Primula obonica* Hance (primula) y Orquídea (*Sophronitis* sp.), otros plantines de estación.

**Plantas herbáceas atractivas por su follaje:** *Diefembachia picta* Schott. (difenbaquia), *Scindapsus aureus* (Linden & André) Engl. & K. Krause =*Epipremnum aureum* (Linden & André) G.S. Bunting) (pothos), *Cissus rombifolia* Vahl (cissus.)

**Plantas herbáceas atractivas por su flor y follaje:** *Spathiphyllum wallisii* Regel (espatifilo), *Anthurium andraeanum* Linden (anturio).

**Arbustos de flor:** *Polygala myrtifolia* L. (poligala), *Lavandula angustifolia* L. (lavanda), *Rhododendron indicum* (L.) Sweet (azalea), *Hebe speciosa* (R. Cunn. ex A. Cunn.) Cockayne & Allan= *Veronica speciosa* (hebe), *Camellia japonica* L. (camelia).

**2.1.3. Almacigos y camas de enraizamiento** con sustrato orgánico y/o inerte: *Impatiens wallerana* (alegría del hogar, impatiens), *Euphorbia pulcherrima* (estrella federal), *Dianthus caryophyllus* (clavel), *Primula obconica* (primula), *Rhododendron indicum* (azalea).

**2.1.4. Otros:** *Ocimum basilicum* L. (albahaca).

**2.2. Incorporación de colecciones de Pythiáceas:** Con la finalidad de identificar la mayor cantidad de especies presentes en la región en estudio, se incluyeron para su análisis, las colecciones de aislamientos de Pythiáceas obtenidas entre los años 2000 y 2008 en el marco de Proyectos de Investigación realizados por la Ing. Wolcan (CIDEFI-UNLP). Se incluyeron aislamientos de *Pythium* spp.: *Hebe speciosa* (hebe), *Cyclamen persicum* (ciclamen), *Eustoma grandiflorum* (lisianto) *Lavandula angustifolia* (lavanda), *Spathiphyllum walisii* (spatifilo), *Impatiens x hawkeri* (impatiens Nueva Guinea, impatiens), *Actinidia deliciosa* (kiwi), *Polygala myrtifolia* (poligala), *Spinacea oleracea* (espinaca) y algunos aislamientos de especies de *Phytophthora* identificadas morfológicamente (*Ph. cryptogea*, *Ph. nicotianae* y *Ph. capsici*) para verificar su identificación aplicando técnicas moleculares.

**2.3. Otras áreas y cultivos de interés** Algunos de los aislamientos coleccionados correspondieron a muestras de plantas enfermas recibidas en los Servicios de Diagnóstico de los Laboratorios de Fitopatología de la FAUBA (Facultad de Agronomía-Universidad de Buenos Aires) y del CIDEFI-UNLP (Centro de Investigaciones de Fitopatología-Universidad Nacional de La Plata-Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires), de las cuales se aislaron *Pythium* y/o *Phytophthora*. Estas plantas correspondieron a cultivos intensivos o extensivos de interés económico procedentes de otras regiones productivas del país. FAUBA (Ing Palmucci): Aislamientos de *Pythium* spp. provenientes de *Nicotiana tabacum* L. (tabaco), de las provincias de Salta y Jujuy. Aislamientos de *Phytophthora* spp. procedentes de *Capsicum annum* L. (pimiento) y *Cucurbita maxima* L. (zapallo) de

San Pedro (Prov. Bs As.), *Casuarina cunninghamiana* Miq. (casuarina) de la Prov. de Entre Ríos y *Pennisetum clandestinum* del partido de Pilar, Prov. de Buenos Aires.

CIDEFI (Ing. Wolcan): Aislamientos de *Phytophthora* sp. provenientes de *Casuarina cunninghamiana* (casuarina) de la Prov. de Entre Ríos y de *Vaccinium corymbosum* L. (arándano) de la Prov. de Tucumán.

### **3. TÉCNICAS DE AISLAMIENTO, PURIFICACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA COLECCIÓN.**

#### **3.1 Aislamientos a partir de material sintomático**

Se cortaron secciones de 3-4 mm de tejidos de raíces, cuello, tallos o brotes provenientes de plantas enfermas, y se procesaron aplicando tres métodos:

**3.1.1. Siembra directa con desinfección superficial:** a) lavado con agua corriente para retirar la tierra, residuos o contaminantes externos, b) desinfección superficial del material con hipoclorito de sodio (NaOCl) al 1 % durante 2 min, c) dos pasajes durante 5 min por agua destilada estéril para enjuagar el hipoclorito, d) secado con toalla de papel o al aire en la cámara de flujo laminar y e) siembra en caja de Petri con medio de cultivo selectivo, utilizando una pinza flameada.

**3.1.2. Siembra directa sin desinfección:** a) lavado con agua corriente durante varios minutos a fin de retirar la tierra, residuos o contaminantes externos, b) secado con toalla de papel o al aire en la cámara de flujo laminar y c) siembra en caja de Petri con medio de cultivo selectivo, utilizando una pinza flameada.

**3.1.3. Técnica de la capa de agar o agar invertido:** La placa conteniendo medio de cultivo con solución fungibacteriostática incorporada, se cortó con una espátula flameada en dos diámetros opuestos, quedando dividida en 4 secciones. Levantando con una espátula el ángulo interno de estas secciones (centro de la caja) se colocó por debajo del agar un trocito de material sintomático desinfectado o lavado.

Para los tres métodos las siembras se realizaron en uno o más de los siguientes medios selectivos: agar papa glucosado (APG) o dextrosado (APD), agar 8 vegetales (AV8) y /o agar harina de maíz (AHM), con agregado de antibióticos y fungicidas (van der Plaats-Niterink, 1981; Jeffers & Martin, 1986, Erwin & Ribeiro, 1996). De acuerdo a su disponibilidad y con el objetivo de lograr un mayor espectro de acción se utilizaron diferentes combinaciones de antibióticos y fungicidas: PARP (pimaricina, ampicilina, rifampicina) y PCNB (penta-cloro-nitro-benceno); PARPB (pimaricina, ampicilina,

rifampicina, PCNB, benlate) y/o neomicina, cloranfenicol y/o estreptomina. Los antibióticos seleccionados fueron: a) activos contra bacterias Gram positivas: la ampicilina (250 mg/l), b) activos contra bacterias Gram negativas: la rifampicina (10 mg/l) y c) y alguno de los activos para ambos grupos de bacterias: la neomicina (100 mg/l), el cloranfenicol (30 mg/l) y la estreptomina (30 mg/l). Los antibióticos se agregaron antes de verter el medio en las cajas de Petri. La rifampicina se disolvió en etanol 95% y luego se agregó agua hasta alcanzar una concentración final de etanol al 50%. Los fungicidas incorporados fueron benomil (20 mg/l), PCNB (100 mg/l) y pimanicina (5 mg/l). El benomil es termoestable pudiendo ser incorporado al medio previo a su esterilización en autoclave (Masago *et al.* (1977) citado por Erwin & Ribeiro, 1996). Las cajas fueron incubadas a  $22 \pm 2$  °C en estufa bajo oscuridad. Luego de 24-48 horas se obtuvieron cultivos puros por transferencia de sectores con extremos de hifa que emergían de la superficie de la placa, a medios APG-APD, agar harina de maíz (AHM) o AV8, en los cuales se caracterizaron las colonias.

### **3.2. Aislamiento desde agua de riego**

El uso de esta metodología ha sido excepcional, siendo utilizada para obtener el aislamiento denominado *Pythium* sp. nov. 1, cuya patogenicidad fue comprobada en plantas de pimiento, ocasionando síntomas de marchitamiento a causa de pudrición radicular.

**Toma de muestras:** Las muestras de agua fueron remitidas al Laboratorio en dos oportunidades, con un mes de diferencia. En ambos casos se recogieron a una profundidad de 20 cm en el curso y en los reservorios de agua, se embotellaron y se transportaron en conservadora, con una fuente de frío para evitar exponerlas a las altas temperaturas. Se enviaron desde Salta al laboratorio del CIDEFI por vía aérea.

**Obtención de los aislamientos:** Se aplicaron dos metodologías: a) uso de cebos naturales incorporados a la muestra de agua y b) siembra de alícuotas de agua en medio de cultivo agarizado selectivo para Oomycetes.

**Empleo de cebos:** se usaron cebos naturales para “atrapar” Oomycetes: frutos de peras inmaduras y de manzanas, tallos de pimiento y hojas de limón, los cuales se sumergieron en sentido vertical, hasta 3 o 4 cm de profundidad, en los recipientes que contenían las alícuotas de las muestras de agua. Se mantuvieron a  $22^{\circ}\text{C} \pm 2$ , se observaron diariamente, por el término de 3 a 4 días y se hicieron aislamientos de la zona de transición, a la altura del nivel de agua. Posteriormente se continuó con el

protocolo ya mencionado en Materiales y Métodos ítem 3.1, para el aislamiento de Oomycetes.

a) **Siembra de alícuotas de agua en medio de cultivo:** En tres vasos de precipitados se colocaron 150 ml de agua tomada de cada una de las tres muestras, se agitaron durante 15 min en agitador magnético y 1 ml de cada solución, se sembró en cajas de Petri con 9 ml de APG y otras con AV8, más 1 ml de solución fungibacteriostática (Ampicilina- 250 mg/l; Rifampicina-10 mg/l; PCNB- 27-30 mg/l).

### **3.3. Medios de cultivo**

Fueron utilizados los siguientes medios de cultivo, cuya formulación se expone a continuación:

**Agar papa glucosado (APG) o agar papa dextrosado (APD):** Papa (200 g); glucosa o dextrosa (20 g); agar (20 g) y agua destilada (1000 ml).

**Agar agua (AA):** Agar (20 g) y agua destilada (1000 ml).

**Agar papa glucosado Merck:** APG (39 g) y agua destilada (1000 ml).

**Agar harina de maíz (Corn Meal Agar-Merck):** AHM (39 g) y agua destilada (1000 ml).

**Agar 8 vegetales (AV8):** Se utilizó el AV8 clarificado (Miller, 1955) modificado (Erwin & Ribeiro, 1996): Jugo V8 (Campbell Soup Company) (40 ml); Carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>) (600 mg); Extracto de levadura (200 mg); Sacarosa (1 g); Colesterol (10 mg); Agar (20 g) y Agua destilada (1000 ml). Para su preparación se mezclan el jugo V8, el CaCO<sub>3</sub>, la levadura, la sacarosa y el colesterol. Se centrifuga para clarificar, decantar y descartar el pellets. Es importante clarificar el medio de cultivo, lo cual puede realizarse usando una centrifuga 5 minutos a 2000 rpm, o pasando lentamente la solución por un filtro de papel o tela de algodón fina. Se añade el agar y el agua destilada hasta alcanzar 1 litro.

Todos los medios de cultivo preparados fueron esterilizados durante 15 minutos a 121 °C en autoclave.

### **3.4. Purificación de los aislamientos**

Para eliminar el crecimiento de bacterias en los aislamientos se utilizaron tres técnicas:

**3.4.1. Uso de medios con bajo aporte nutricional:** Entre éstos hallamos el AA y el AHM. Para las siembras en AA o AHM se utilizaron cajas esterilizadas de 9 cm donde

se colocó una sección de la colonia a purificar, utilizándose un ansa con aguja de punta fina previamente desinfectada con alcohol y flameada. Luego de 24 h se procedió a tomar del borde del crecimiento una sección de aproximadamente 2 mm y sembrarla nuevamente en medio selectivo o en APG. Se repitieron sucesivos pasajes alternando entre estos medios y APG hasta obtener cultivos con aspecto libre de bacterias.

**3.4.2. Siembra del patógeno en manzana:** La técnica consiste en perforar el fruto con un sacabocado de 1 cm previamente flameado y en su interior introducir una sección del micelio a purificar. Se sella el orificio de entrada con un algodón adherido con cinta engomada. Se utiliza la variedad de manzana Granny Smith. Se coloca en oscuridad y a las 48 h se procede a cortarla y del borde de la zona afectada (zona de transición) se reaisla el microorganismo mediante la metodología descrita 3.1.2 o 3.1.3.

**3.4.3. Técnica de la capa de agar:** explicada en el ítem 3.1.3.

Una o varias de estas operaciones se realizaron hasta obtener cada uno de los cultivos puros.

### **3.5. Mantenimiento de la colección**

Los aislamientos puros fueron repicados bajo cámara de flujo laminar a:

a) **cajas de Petri** conteniendo AA, AHM o APG, manteniéndose durante 4-8 semanas. Las cajas fueron selladas con parafilm.

b) **tubos eppendorf o crioviales** conteniendo agua destilada estéril, donde se transfirieron 6-8 bloquitos de 3-4 mm de agar con el micelio hasta llenado del tubo y se almacenaron en heladera a 15 °C, permaneciendo viables durante 3- 6 meses.

c) **tubos de ensayo** conteniendo medio de cultivo APG o AA en pico de flauta y agua destilada estéril. Se efectuaron repiques trimestrales.

### **3.6. Depósito de los aislamientos y secuencias en Colecciones micológicas o Bancos genéticos.**

Algunos aislamientos fueron depositados en las Colecciones *World Phytophthora Genetic Resource* (WPG) y *World Oomycete Genetic Resource* (WOC), a cargo del Dr May Coffey en la Universidad de California, Riverside, Estados Unidos (<http://phytophthora.ucr.edu/default.html>). Además los aislamientos se encuentran en la cátedra de Fitopatología-FAUBA y en el CIDEFI-UNLP. Las secuencias obtenidas al momento de concretarse la publicación de cada trabajo fueron subidas al GenBank, donde les fue asignado su correspondiente número de acceso.

## 4. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS AISLAMIENTOS POR MÉTODOS MICOLÓGICOS CLÁSICOS

### 4.1. Caracterización de la colonia:

Para la caracterización de las colonias de los distintos géneros se tuvieron en cuenta los patrones de crecimiento según las descripciones de distintos autores. Van der Plaats-Niterink (1981) cita para *Pythium* spp. las formas radiales, de roseta y crisantemo. La transparencia del medio de cultivo y la temperatura de crecimiento influyen en la mayor o menor visibilidad de estos patrones. A diferencia de este género, *Phytophthora* crece más lentamente y como produce micelio más ramificado (micelio coraloide), desarrolla patrones diferentes. Waterhouse (1970) expresa que el tipo de colonia depende de la frecuencia, el ángulo y extensión de las ramificaciones de las hifas. Así distingue diferentes tipos a) sin patrón de crecimiento, b) con puntas agudas (tipo “crisantemo”), c) con lóbulos obtusos (tipo “roseta” o “camelia”), d) estolonífera (pequeñas colonias en el borde de crecimiento), e) algodonosa, f) estrellada, y tipos intermedios. Por esta razón, para los aislamientos obtenidos en este estudio, se tuvieron en cuenta el tipo de micelio y su desarrollo en diferentes medios (APG y AHM o AV8), a temperatura de 20°C.

### 4.2. Caracterización morfológica

A continuación se mencionan las características de las estructuras vegetativas y reproductivas asexuales y sexuales presentes en *Pythium* y en *Phytophthora*, consideradas en las descripciones:

#### 4.2.1. *Pythium* spp. (Frezzi, 1977; van der Plaats-Niterink, 1981; Dick, 1990).

- **Vesícula:** presencia de vesícula.
- **Apresorios:** forma y abundancia.
- **Hinchamientos hifales o “swellings”.** Raramente presentes.
- **Clamidosporas.** Presencia o no, tamaño.
- **Zoosporangio.** Tipo: a) filamentoso (semejante a hifas) ramificado o no; lobulado no ramificado, ramificado, lobulado catenulado, a veces toruloso, b) esférico, subsférico, elipsoidal, piriforme, simples o en cadena. Ubicación:

terminal, intercalar, lateral. Presencia de papila: no papilado. Tamaño: promedio de 20-30 mediciones.

- **Zoosporangióforo**: persistente.
- **Oogonio**. Posición intercalar o terminal. Pared: lisa u ornamentada. Forma y cantidad de ornamentos (espinas, papilas, etc.). Tamaño: promedio de 20-30 mediciones.
- **Anteridios**. Número: anteridios /oogonio. Lugar de Origen: monoclino (cuando el anteridio proviene del mismo pie oogonial, puede ser terminal o sésil), diclino (el anteridio proviene de un pie diferente al que soporta al oogonio), monoclino y diclino (presenta ambos), hypógino (se encuentra debajo del oogonio); helicoidal, intercalar (en pocos casos), terminales. Forma de adhesión al oogonio: apical, apical ramificado, lateral, campanulado, cilíndrico, lobado.
- **Oospora**: Presencia o ausencia de espacio entre la pared de la oospora y la pared del oogonio (oospora plerótica o applerótica, respectivamente). Tamaño: Promedio de 20-30 mediciones.

#### 4.2.2. *Phytophthora* spp. (Frezzi, 1977; Erwin & Ribeiro, 1996).

- **Vesícula**: ausencia de vesícula.
- **Apresorios**: forma y abundancia.
- **Hinchamientos hifales o “swellings”**. Se forman en algunas especies. Se caracterizan por: Forma. Tipo de agrupamiento (“clusters” o racimos, en cadena, aislados). Tamaño.
- **Clamidosporas**. Presencia o no. Forma: esféricas, subesféricas, terminales o intercalares, granuladas, hialinas, amarillentas u oscuras. Tamaño. Cantidad.
- **Zoosporangio**. Forma: globosos o esféricos, limoniformes, elipsoidales, ovoides, obturbinados, alargados y otros; vacuolados o no. Presencia de papila: papilado (1-2), semipapilado, no papilado. Ubicación: terminal, intercalar, lateral. Tamaño promedio de 30 mediciones.
- **Zoosporangióforo**. Caducidad: Caduco (deciduo) o persistente. Forma: corto, largo, delgado o grueso, simple o ramificado Ramificación: simpodial simple, simpodial compuesto, umbelado. Proliferación: presencia o ausencia, interna o externa.

- **Oogonio.** Posición: intercalar o terminal, de pared lisa u ornamentada. Presencia de ornamentos: forma (verrugas) y cantidad. Tamaño: promedio de 30 mediciones.
- **Oospora.** Presencia o ausencia de espacio entre la pared de la oospora y la pared del oogonio (oospora applerótica o plerótica, respectivamente). Tamaño: Promedio de 30 oosporas.
- **Anteridios.** Número de anteridios/oogonio. Ubicación: Anfigeno (se forma cuando el pie del oogonio crece a través del anteridio y desarrolla el oogonio sobre éste. El anteridio persiste como un collar alrededor de la base del oogonio). Parágino (el anteridio se ubica al costado del oogonio). Forma de adhesión del anteridio al oogonio (apical, lateral, campanulado, cilíndrico, lobado).

#### 4. 2. 3. Estimulación de estructuras reproductivas

Se estimuló la formación de esporangios y estructuras sexuales por medio de diferentes técnicas:

a) **Uso de medios con nutrientes mínimos** tales como AA o AHM.

b) **Regímenes variables de luz y temperatura.** La mayoría de los hongos y pseudohongos incluyendo especies de *Pythium*, son favorecidos por la luz fluorescente (Warham *et al.*, 1997). Los esporangios de *Phytophthora* son favorecidas por la luz, en tanto que sus oosporas por la oscuridad.

c) **Cultivo en *Agrostis* (*Agrostis tenuis*):** Se usa para inducir la formación de esporangios, anteridios, oogonios y oosporas (Emerson, 1958; Webster & Dennis, 1967; San & Srivastava, 1968 citados por van der Plaats-Niterink, 1981; Abad *et al.*, 1994). En cajas de Petri esterilizadas conteniendo agua destilada estéril y entre 6-10 trocitos de hojas de *Agrostis* de 0,5-1 cm, se colocaron 4-6 secciones de agar con micelio, de aproximadamente 1cm de lado (el agua no debe cubrirlos, sino que éstos deben quedar flotando en superficie). Previamente las hojas de *Agrostis* fueron cortadas en secciones, colocadas en un recipiente con 100 ml de agua destilada que se cubrió con papel de aluminio, y esterilizadas en microondas o autoclave durante 10 minutos. Las cajas con las hojas y el agua se incubaron a 20-25 °C. Las observaciones se realizaron diariamente a partir de las 48 h, a efectos de evaluar tempranamente la formación de oogonios y anteridios.

**d) Liberación de zoosporas:** En muchas especies de *Phytophthora* y *Pythium*, la liberación de zoosporas puede ser estimulada aplicando frío al cultivo, colocándolo en la heladera durante 15 min a 2 horas y luego a temperatura ambiente (Waterhouse, 1967; Erwin & Ribeiro, 1996). El proceso se repite hasta observar las zoosporas. Se utilizó para identificar la forma *sporangiiferum* de *Pythium ultimum*.

**e) Solución acuosa de suelo:** Se usó para inducir formación de esporangios de *Phytophthora* spp.: Se preparó a partir de 100 g de suelo no estéril en 1000 ml de agua destilada que fue agitado en centrifuga de 1000-2000 rpp (Erwin & Ribeiro, 1996). Se dejó sedimentar 5 minutos; se filtró la parte superior pasándola a través de 3 capas de gasa, se distribuyó en botellas de 100 ml que fueron colocadas en autoclave durante 20 minutos a 121 °C. La solución se incorporó en cajas de Petri donde se agregaron pequeñas secciones de agar con desarrollo del Oomycete en estudio. Posteriormente fueron colocadas a 20°C durante 48 h, bajo luz fluorescente, hasta su observación en microscopio con ocular de 10X para verificar la formación de esporangios.

Se debe considerar que algunas especies esporulan mejor en la solución del suelo no esterilizado.

**f) Pruebas de apareamiento:** En los casos en que se consideró necesario comprobar el heterotalismo de la especie, se hicieron apareamientos intraespecíficos de aislamientos para verificar la presencia de los grupos de apareamiento (*Mating types* A1 y A2). Una porción de colonia se colocó en lados opuestos de una caja de Petri, e incubó por 7 días en oscuridad a temperatura ambiente a efectos de verificar la formación de estructuras sexuales en la línea de unión (Robertson, 1980; van der Plaats-Niterink, 1981; Erwin & Ribeiro, 1996). Por carecer de grupos de apareamiento reconocidos (probadores o “tester”), se efectuaron cruzamientos con algunas colonias procedentes de diferentes localidades o de distintos hospedantes. Esta técnica se utilizó para *Ph. cinnamomi* y *Ph. cryptogea*.

#### **4. 2. 4. Observación de estructuras con microscopio óptico**

Las estructuras vegetativas y reproductivas se observaron mediante preparados microscópicos utilizando un microscopio óptico marca Nikon. Como líquido de montaje se utilizó lactofenol, con azul de algodón al 0,1 % (Azul de Amman); ácido láctico con fucsina ácida al 0,1 % o mayormente con agua destilada estéril. Se tomó un registro fotográfico de las principales estructuras características de cada especie y se efectuaron mediciones utilizando un software de fotografía específico de Nikon.

### **4.3. Determinación de temperaturas de crecimiento**

**4.3.1. Temperatura cardinal:** Es la temperatura por encima o por debajo de la cual un proceso fisiológico de un organismo se detiene, restableciéndose cuando la temperatura se restituye. Se determinaron las temperaturas cardinales midiendo el crecimiento de las colonias, para lo cual un disco de APG de 0,7 cm de diámetro con desarrollo de las cepas en estudio, se colocó en el centro de cajas de Petri estériles de 9 cm de diámetro conteniendo APG. Se incubaron en oscuridad a temperaturas de 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 y 35 °C, y de 37 °C (solo en 3 aislamientos que continuaron su crecimiento a 35°C). Se efectuaron observaciones diarias hasta ver la cobertura total de la caja o la detención del crecimiento, en cuyo caso el aislamiento fue puesto a 20 °C para comprobar su viabilidad. De esta forma se registraron las temperaturas cardinales mínima y máxima para cada aislamiento. Con la finalidad de evitar el efecto de la temperatura acumulada sobre el crecimiento de las cepas, para cada temperatura se utilizaron nuevos repiques. Se hicieron 5 repeticiones/tratamiento.

### **4.3.2 Crecimiento promedio a distintas temperaturas**

Se efectuaron mediciones diarias durante 4 días a partir de la siembra (Polashock, *et al.*, 2005). Se tomaron dos medidas por caja (diámetros opuestos) y se calculó un promedio de las mismas para obtener un valor del crecimiento expresado en mm/día. Se sembraron 5 repeticiones/especie/ temperatura (indicadas en el ítem 4.3.1), calculándose un promedio de las mediciones de las distintas repeticiones.

### **4.4. Identificación taxonómica**

Para las especies de *Pythium* se consultaron las descripciones de los trabajos monográficos efectuadas por Frezzi, (1950, 1977), las clasificaciones taxonómicas de van der Plaats-Niterink, (1981) y de Dick (2001) y para *Phytophthora* las obras publicadas por Frezzi, (1956, 1977), Waterhouse (1963), Stamps *et al.* (1990) y por Erwin & Ribeiro (1996). Otras publicaciones especializadas consultadas para identificar alguna de las especies se citan en su correspondiente descripción. En especies que fueron descritas a partir de la década del 90 se consideraron las publicaciones de los autores que por primera vez describieron a la especie tipo.

## 5. PRUEBAS DE PATOGENICIDAD

Los métodos de inoculación y la cantidad de plantas a inocular variaron de acuerdo con el patógeno a inocular (estructuras desarrolladas en el medio de cultivo), los órganos de la planta afectados y las características del material vegetal a testear (especies, forma de cultivo, edad de las plantas). Se inocularon 10 plantas por hospedante, dejándose 5 como testigos que recibieron idénticos tratamientos utilizándose sustrato sin inocular.

El inóculo consistió en: a) placas de medio de cultivo (APG, AA o AV8) conteniendo colonias con abundante desarrollo de esporangios u oosporas, con no más de 10 días de crecimiento (Sánchez *et al.*, 2001; Noelting & Sandoval, 2007, Meza Moller *et al.*, 2007, Greslebin & Hansen, 2010), o b) sustratos orgánicos esterilizados y sembrados con el patógeno (Singleton, *et al.*, 1992; Erwin & Ribeiro, 1996; Nechwatal *et al.*, 2005; Romero *et al.*, 2007; Moralejo *et al.*, 2009). El inóculo a) fue incorporado en el suelo en la proximidad de las raíces; depositado en los tallos, coronas o cladodios de plantas sanas, o mezclado con el suelo o con el sustrato de crecimiento. El inóculo b) se mezcló con el suelo o sustrato de crecimiento o se depositó en contacto con las raíces. Para los ensayos se utilizaron plantas de la misma especie, de tamaño homogéneo y de ser posible con la misma cantidad de hojas. Se plantaron en macetas y se mantuvieron bajo condiciones controladas de temperatura y humedad.

En las inoculaciones con *Pythium* spp. las plántulas oscilaron entre los 5-15 cm de altura. Para *Phytophthora* se utilizaron plantas adultas iguales a aquéllas de dónde fue aislado el Oomycete, salvo para especies leñosas donde se utilizaron plantas de un año o menos creciendo en contenedores (casuarina, kiwi, arándano). El sustrato incorporado a las macetas fue previamente esterilizado en autoclave dos días. Para el crecimiento de las plantas se utilizó sustrato comercial “Grown mix” o una mezcla de turba, perlita y 20 % de suelo.

A continuación se detallan los métodos de inoculación enunciados y los hospedantes en que fueron aplicados:

### **5.1. Depósito de bloques de agar con inóculo en heridas**

La técnica consistió en depositar bloques de APG (3 x 5 mm x 1 mm de profundidad) colonizados por los pseudohongos, en heridas de las mismas dimensiones,

practicadas con un bisturí desinfectado en la base de los tallos de las plantas u otros órganos, en sentido longitudinal, cubriéndolos con algodón humedecido con agua destilada estéril y cinta de papel engomado. Del mismo modo, en las heridas de los testigos se depositaron pequeños bloques de medio de cultivo sin desarrollo del organismo. Las plantas se regaron hasta inundarlas y se mantuvieron 48 h en condiciones de cámara húmeda en cámara climatizada a  $22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ . Este método se utilizó para inocular *Phytophthora cryptogea* en la corona de *Gerbera jamesonii* y tallo de *Actinidia deliciosa*; *Ph. capsici* en frutos de *Cucurbita maxima*; *Pythium intermedium* en tallos de *Impatiens x hawkeri* y *Pythium. sp. nov. 2* en *Schlumbergera truncata* (cladodios).

En el caso de *Ph. capsici* en *C. maxima*, las heridas e inoculación se hicieron en frutos cosechados colocados en bandejas, que se embolsaron durante 48 h en condiciones de alta humedad. La inoculación se efectuó aplicando los trocitos de agar en contacto con pequeñas lesiones ubicadas en 4 puntos distanciados y opuestos.

## **5.2. Colocación del agar con inóculo en contacto con las raíces:**

Consistió en incorporar el patógeno creciendo en la placa de APG (9 cm diám.) que se tritura y se coloca en el suelo en contacto con las raíces de los plantines en el momento del transplante, en cantidades proporcionales al tamaño de los mismos y de la maceta. Para macetas de 15 a 20 cm de diám. se trituró 1/2 placa de agar, para macetas de 10 cm 1/4 de placa y en potes de 3 a 5 cm 1/8 de placa. Los testigos fueron inoculados siguiendo el mismo procedimiento con APG sin patógenos. Las plantas se mantuvieron 48 h en condiciones de cámara húmeda. Las macetas se regaron hasta inundarlas y se mantuvieron en bandejas conteniendo 2 cm de agua durante ese período en cámara climatizada a  $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Este método se utilizó para inocular: *P. aphanidermatum* en *Spinacea oleracea* y *Euphorbia pulcherrima*; *P. dissotocum* y *P. aphanidermatum* en *Nicotiana tabacum*; *P. irregulare* en *Scindapsus aureus*; *P. cylindrosporum* en *Eustoma grandiflorum*, *Impatiens wallerana*, *Dianthus deltoides* y *Lactuca sativa*; *P. ultimum* var. *sporangiiferum* en *Polygala myrtifolia*; *P. ultimum* var. *ultimum* en *Euphorbia pulcherrima*, *Gazania rigens* y *Oncinum basilicum*; *P. splendens* en *Rhododendron indicum*; *P. sylvaticum* en *Bellis perennis*, *Senecio cruentus* y *Antirrhinum majus*; *Ph. nicotianae* en *Diefenbachia picta*, *D. amoena* y *Ph. cinnamomi* en *Actinidia deliciosa*, *Casuarina cunninghamiana* y *Rhododendron indicum* (se usó AV8). *Phytophthora chamaeophon* se inoculó en *Rhododendron indicum* (APG).

### **5.3. Aporte del inóculo utilizando un soporte orgánico:**

Se utilizaron como soporte o sustrato de crecimiento del patógeno distintas combinaciones a base de cereales (arroz, trigo integral, maíz triturado, salvado de trigo) contenidos en cajas de Petri de 9 cm de diám. Se esterilizaron en autoclave a 120 °C durante 20 minutos, dos días seguidos. Según el tamaño de las plantas a inocular se sembró distinta cantidad de cajas con cada aislamiento y se incubaron a  $22 \pm 2$  °C en oscuridad durante 10 días, hasta observar la cobertura micelial en ambas caras de las placas. Las placas se trituraron y este inóculo se incorporó en proporción 1:10 al suelo y en proximidad con las raíces. Los testigos fueron tratados siguiendo el mismo procedimiento, usando placas sin patógenos. Las macetas se mantuvieron inundadas durante 48 h. en cámara climatizada a  $22 \pm 2$ °C.

Se utilizaron diferentes tipos de sustratos orgánicos:

a) Arena-harina de maíz-agua (1:1:1) Medio de Bayles (1936): Este método se usó para inocular *P. intermedium* en *Spathiphyllum wallisii* e *Impatiens x hawkerii*; *P. spinosum* en *Hebe speciosa*; *P. ultimun* var. *ultimun* en *Actinidia deliciosa* y *Dianthus caryophyllus*; *Pythium* sp. nov. 2 en *Schlumbergera truncata* (raíces); *Ph. nicotianae* en *Schlumbergera truncata*; *Ph. capsici* en *Capsicum annuum*; *Ph. cryptogea* en *Actinidia deliciosa*.

b) Arroz-salvado de trigo-agua (1:1): para inocular *P. sylvaticum* en *Cyclamen persicum* y en *Lavandula angustifolia*, *P. irregulare* en *Primula obconica* e *Impatiens wallerana* y *Ph. nicotianae* en *Primula obconica* y *Catharanthus roseus*.

c) Arroz-perlita-salvado de trigo-jugo de caldo AV8 (1:1:1): para inocular *Gerbera jamesonii* con *Ph. cryptogea* y *Ph. taxon kelmania*.

d) Arroz-perlita -salvado de trigo-agua (1:1:1): Esta mezcla se usó para la inoculación de *Phy. nicotianae* en *Chamelaucium uncinatum*, en proporción 4:100 v/v.

En todos los casos las plantas inoculadas se mantuvieron 48 h en condiciones de cámara húmeda, en macetas inundadas hasta 1/3 de altura, con su base cubierta con bolsas de polietileno y ubicadas sobre la mesada del invernáculo. Para *G. jamesonii* se mantuvieron en cámara climatizada a  $22 - 26$  °C y para *Ch. uncinatum*, a  $27 - 34$  °C en

invernáculo. En los 3 casos (5.1, 5.2 y 5.3) las evaluaciones se realizaron diariamente a partir de la inoculación. Los reaislamientos fueron obtenidos a partir de los tejidos infectados.

#### **5.4. Inoculación con agua de riego:**

Esta metodología ha sido excepcional y se describe en la correspondiente caracterización del aislamiento *Pythium* sp. nov. 1.

#### **5.5. Inoculaciones en otros hospedantes.**

En los casos de dos especies de *Pythium* halladas por primera vez en el país, se sumaron pruebas de patogenicidad sobre plantines de algunos otros hospedantes, de especies diferentes al cultivo de dónde se obtuvo el aislamiento original. Se efectuaron pruebas de patogenicidad inoculando *P. cylindrosporum* en *Lactuca sativa* (lechuga), *Impatiens wallerana* (alegría del hogar) y *Dianthus deltoides* (clavelina) y *P. sylvaticum* en *Bellis perennis* L. (coqueta), *Senecio cruentus* (cineraria) y *Antirrhinum majus* L. (conejo). Se inocularon 10 plantas de cada hospedante con la técnica descrita en 5.2 y se dejaron sin inocular 5 (testigos).

### **6-IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS AISLAMIENTOS POR MÉTODOS MOLECULARES.**

En los casos en que se consideró necesario se utilizó la información de las secuencias del Espacio Transcrito Interno del DNA ribosomal (ITS rADN) para corroborar o completar la identificación de los diferentes agentes patógenos.

#### **6.1. Extracción de ADN**

El ADN del micelio de los aislamientos fue extraído de cultivos puros con 7-10 días de crecimiento en el medio APD utilizando un kit comercial (WizardGenomic, PromegaInc), según instrucciones del proveedor.

#### **6.2. Amplificación del rADN**

Los trabajos se efectuaron en el “United States Department of Agriculture/Animal and Plant Health Inspection Service/Plant Protection and Quarantine/Molecular Diagnostics Laboratory” (USDA/APHIS/PPQ/MDL), bajo la supervisión de la Dra G. Abad, científica líder del USDA.

La región ITS del rADN nuclear de los aislamientos se amplificó usando primers ITS4 (TCCTCCGCTTATTGATATGC) e ITS5 (GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG) (White *et al.*, 1990), que se han probado universales para el grupo de hongos y Oomycetos. Se trabajó con 19 µl de una solución obtenida de acuerdo al siguiente protocolo: Molc. H2O 10,00 µl, 10x buffer 2,5 µl, MgCl<sub>2</sub> 0,75 µl, primers ITS-5 F (10 µM) 2,50 e ITS-4 R (10 µM) 2,50, dNTPs (10 mM) 0,5 µl, Pt Taq 0,25 µl. Por cada tubo se agregaron 19 µl de la solución madre y 6 µl de la muestra para una dilución 1:10. Las condiciones usadas para la realización del PCR fueron las siguientes (Programa 2, Termociclador Biometra T3000): desnaturalización 1 min 25 s a 95°C, seguida de 35 ciclos consistentes en 35 s de desnaturalización a 93 °C; 30 s. de alineamiento y unión con el cebador a 52 °C; 1 min extensión a 72 °C y un paso final de 10 min de extensión a 72 °C seguido por 4 °C en hielo. Cada corrida incluyó una reacción sin ADN (control negativo) para monitorear la contaminación potencial por ADN exógeno. Los productos de amplificación se verificaron mediante electroforesis en un gel de agarosa al 1 % con el agregado de buffer TBE 0,5× (0,045 M Trizma base, 0,045 M ácido bórico, 0,001 M EDTA, pH 8,0) y se visualizaron en un trans-iluminador con fluorescencia UV después de la tinción con bromuro de etidio. Las imágenes de los geles se grabaron usando un procesador de imágenes (Gel Documentation System–Image Store 5000, UVP, UK), y se almacenaron como archivos TIFF.

### **6.3. Purificación y secuenciación del rADN**

Los productos de PCR, se trataron mediante el Kit 50 de purificación de PCR (Qiagen Inc., Chatsworth, CA) y posteriormente se enviaron a secuenciar al laboratorio MCLAB, San Francisco (durante el entrenamiento efectuado en 2010 en las instalaciones del Molecular Diagnostic Laboratory USDA-APHIS-PPQ/MDL) o al Laboratorio de Biología Celular y Molecular del Instituto de Genética Ewald A. Favret, de INTA-CASTELAR.

Con la finalidad de minimizar errores la secuenciación se efectuó en las dos direcciones, obteniéndose las cadenas 5' → 3' y 3' → 5'. Las secuencias consenso o contigs se obtuvieron utilizando el programa GeneToolLife 1.0 (Layon, 2000) resolviendo las posibles ambigüedades. Las secuencias obtenidas de los taxones en estudio se compararon en banco de genes on line, con las de otras especies de *Pythium* o *Phytophthora* publicadas en el servidor GenBank-BLAST del NCBI (National Centre of Biotechnology Information. (Altschul *et al.*, 1997; <http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>),

obteniéndose el nivel de similitud. Todas las comparaciones en el GenBank-Blast se efectuaron considerándose las secuencias de las especies tipo, holotipo u extipo (type, holotype y extype) (Abad *et al.*, 2010; Abad, 2014), las secuencias correspondientes al Proyecto Barcode of life (<http://www.barcodeoflife.org/content/partners>), o las aportadas por grupos de investigación de reconocida trayectoria.

Se analizó la información obtenida de los análisis morfológicos y moleculares para consensuar la identificación de la especie. Las secuencias correspondientes a las principales patologías fueron remitidas al GenBank obteniéndose el número de acceso correspondiente. El resto será enviado a medida que se redacten las correspondientes publicaciones.

#### **6.4. Construcción de árboles filogenéticos**

Cuando se consideró necesario se construyó un único árbol de consenso estricto. El soporte de ramas se estimó usando el método de re-muestreo bootstrap (1000 repeticiones) que se expresó como un porcentaje de esas repeticiones en los nodos del árbol obtenidos (Felsenstein, 1985). Además se calculó la proporción en la diferencia de bases entre aislamientos (utilizando la distancia p) con el programa MEGA 5.0 (Tamura *et al.*, 2007). La distancia p es la proporción (p) de sitios nucleotídicos en los cuales se diferencian dos secuencias o grupos de secuencias (Nei & Kumar, 2000).

### **7. ASPECTOS REFERIDOS A LA BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA EN EL PRESENTE ESTUDIO.**

A efectos de evitar repeticiones, las referencias mencionadas en el ítem Antecedentes en Argentina, no fueron incluídas en la Bibliografía General, pues se encuentran citadas en la Bibliografía correspondiente a las Tabla 1 de la revisión del género *Pythium*, las cuales fueron incorporadas en el Anexo I (Revisión de especies de *Pythium* en Argentina), procediéndose de igual forma para el género *Phytophthora*, cuyas citas se hallan en el Anexo II (Revisión de especies de *Phytophthora* en Argentina).

Las citas mencionadas por otros autores en revisiones, libros, monografías u obtenidas de bases de datos, si bien se indican en el texto, no se incluyeron en el listado final de bibliografía, debiéndose dirigirse a la respectiva fuente para su consulta:

Ej: (Smith, 2002, 2006, 2007; Bryla & Linderman, 2007 citados por Larach *et al.*, 2009). Ver Larach *et al.* (2009).

# RESULTADOS

# **PARTE I**

## **ANTECEDENTES SOBRE ESPECIES FITOPATÓGENAS DE OOMYCETES: STATUS DE LOS GÉNEROS *PYTHIUM* Y *PHYTOPHTHORA* EN ARGENTINA**

#### 4. INTRODUCCION

Con el objetivo de recopilar, organizar y actualizar la información referida a especies fitopatógenas de los géneros *Pythium* y *Phytophthora* en Argentina, se efectuó una exhaustiva revisión de antecedentes desde finales del siglo XIX. Para el género *Pythium* fueron publicados los resultados obtenidos hasta el año 2009 (Palmucci *et al.*, 2011b). Posteriormente, este trabajo se continuó considerando los antecedentes publicados hasta mediados de 2014, incluyendo las nuevas relaciones hospedante-patógeno halladas durante el período en estudio. Este ordenamiento permitió actualizar el status o inventario de las especies de *Pythium* y *Phytophthora* presentes en el país, considerando además los cambios en su sistemática que se produjeron en los últimos años.

En Argentina, los primeros estudios realizados sobre especies de Peronosporomycetes (ex Oomycetes), fueron referidos a los patógenos de plantas de los géneros *Plasmopara* y *Phytophthora* (Spegazzini 1887, 1891, 1902, 1925).

Con posterioridad, entre los años 1937-1977, el Ing. Agr. Mariano Frezzi en sus reconocidas obras, caracterizó las especies fitopatógenas de *Pythium* (Frezzi, 1956 y 1977) y de *Phytophthora* (Frezzi, 1950 y 1977) presentes en Argentina. Sus descripciones fueron complementadas con detallados dibujos del tipo de micelio y las estructuras reproductivas formadas por estas especies.

Después de su muerte ningún proyecto se centró en realizar relevamientos y/o estudios taxonómicos de este grupo de patógenos. Las publicaciones posteriores hicieron mención de nuevas localidades en donde fueron halladas las especies ya citadas en Argentina. En el caso de *Pythium*, se citaron nuevas relaciones hospedante-*Pythium* sp., sin identificar a la especie, y en el caso de *Phytophthora*, se estudiaron las patologías que afectaron cultivos de importancia económica en el país, tales como las numerosas publicaciones a que dieron lugar.

Por otra parte, las identificaciones de especies no fitopatógenas, en general se han incluido dentro de estudios de diversidad de especies zoospóricas (Steciow *et al.*, 2012). A partir de la década de los '90 se han efectuado investigaciones sobre este grupo de organismos, con mayor énfasis en Saprolegniales de agua dulce, y recientemente en una revisión publicada, se ha informado sobre la diversidad de los hongos zoospóricos verdaderos, los Straminipilas heterotróficos y los Plasmodioforidios en Argentina y Sudamérica (Steciow *et al.*, 2012).

## 5. EL GÉNERO *PYTHIUM* EN ARGENTINA

Las investigaciones más importantes referidas al género *Pythium* fueron llevadas a cabo por Frezzi (1937-1956), quien describió 17 especies por primera vez para el país. Estos estudios no fueron continuados, hasta el hallazgo de *P. tracheiphillum* afectando *Lactuca sativa* (lechuga) (Kiehr *et al.*, 2000). Con motivo de efectuar una revisión de este género en Argentina, Palmucci *et al.* (2011b) encontraron citadas hasta el año 2009, 18 especies afectando 247 hospedantes.

En la Tabla 1 se muestra el listado de especies de *Pythium*, los hospedantes afectados, síntomas asociados, localización geográfica y citas bibliográficas de cada registro en la Argentina. Las especies no identificadas se presentan como *Pythium* spp.. Se incluyen solamente las referencias de la primera relación huésped-patógeno en cada localidad geográfica y algunos trabajos que se destacan por los aportes para el estudio del patógeno o de la enfermedad.

Como fuente bibliográfica se han citado **Registros y Fichas fitopatológicas**, las cuales fueron preparadas por los investigadores del INTA o del Ministerio de Asuntos Agrarios, respectivamente. En ellas figuran el nombre del hospedante, el patógeno identificado, la fecha y la localidad dónde apareció la enfermedad. Se hallan depositados en IMIZA-INTA CASTELAR y aportan la información en muchos casos referida a la primera mención de la patología en una localidad. No presentan descripciones. Por esta razón fueron citados también trabajos de investigación posteriores.

**Nota:** Las citas correspondientes a la Revisión del género *Pythium* se encuentran en el Anexo I (Revisión de especies de *Pythium* en Argentina). A efectos de evitar repeticiones estas referencias no fueron incluídas en la Bibliografía General, procediéndose de igual forma para el género *Phytophthora*, cuyas citas se hallan en el Anexo II (Revisión de especies de *Phytophthora* en Argentina).

**TABLA 1: ESPECIES PATOGENAS DE *PYTHIUM* CITADAS EN ARGENTINA. RELACIÓN HOSPEDANTE-PATÓGENO, SÍNTOMAS Y LOCALIDADES DONDE FUERON HALLADAS**

ESPECIES	HOSPEDANTES	SINTOMAS	PROV. <sup>1</sup>	REFERENCIAS
<b><i>P. acanthicum</i></b> Drechsler	<i>Arachis hypogaea</i> (mani)	Pod. de frutos y raíces	Cba	Tello <i>et al.</i> , 2002
	<i>Citrullus lanatus</i> (sandía)	Pod. de frutos y raíces	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Fragaria x ananassa</i>	Marchitamiento	SF	Sillón <i>et al.</i> , 2002
	<i>Lavandula</i> sp. (lavanda)	Pod. de raíces y tallo	BA	Sandoval <i>et al.</i> , 2009
	<i>Origanum vulgare</i> (orégano)	Pod. de raíces y tallo	BA	Sandoval <i>et al.</i> , 2009
<b><i>P. aphanidermatum</i></b> (Edson) Fitzp	<i>Allium cepa</i> (cebolla)	Asintomática o Pod. de raíces	BA	Kiehr <i>et al.</i> , 2002
	<i>Amaranthus caudatus</i> (amaranto)	Pod. del cuello, raíces y frutos	Ctes	Noelting & Sandoval, 2003
	<i>Allium schoenoprasum</i> (ciboulette)	Pod. del cuello y raíces	Ctes	Colombo <i>et al.</i> , 2005
	<i>Beta vulgaris</i> (remolacha)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Capsicum annuum</i> (pimiento)	Muerte de plantas grandes por pod. de raíces y necrosis del tallo. Damping off	Cba, Sal	Frezzi, 1956
			Ctes	Colombo <i>et al.</i> , 2005
	<i>Cereus aethiops</i> (hachón-cactus)	Muerte de plantas grandes por pod. raíces y muerte del tallo	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Citrullus lanatus</i> (sandía)	Pod. marrón de frutos	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Cucumis melo</i> (melón)	Pod. de frutos	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Cucurbita maxima</i> (zapallo)	Pod. de frutos y pod. basal	Cba	Frezzi, 1956,
			Ctes	Colombo <i>et al.</i> , 2005
	<i>Cucurbita pepo</i> (calabacín-zucchini)	Podredumbre de raíces plantas grandes	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Cucurbita</i> sp. (zapallito de tronco)	Pod. de frutos	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Euphorbia marginata</i> (copo de nieve)	Muerte de plantas grandes. Pod. de raíces Damping off	Cba	Frezzi, 1956, 1977
	<i>Euphorbia pulcherrima</i> (estrella federal)	Pod. de tallos y raíces	BA	Palmucci & Grijalba, 2007
	<i>Fragaria vesca</i> (frutilla silvestre)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Medicago sativa</i> (alfalfa)	Damping off	BA	Frezzi, 1977; Ostazeski & Hijano, 1976
	<i>Melia azedarach</i> (paraíso)	Pod. de raíces. Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Morus alba</i> (mora)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Nicotiana tabacum</i> (tabaco)	Pod. de raíces	Sal	Palmucci <i>et al.</i> , 2011a; Palmucci <i>et al.</i> , 2014b
	<i>Ocimum basilicum</i> (albahaca)	Pod. basal	Ctes	Colombo <i>et al.</i> , 2005
	<i>Phaseolus vulgaris</i> (poroto)	Marchitamiento y muerte de plantas grandes. Pod. de raíces y frutos necrosis de tallo	Cba	Frezzi, 1956
<i>Pisum sativum</i> (arveja)	Muerte de plantas grandes. Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956	
<i>Solanum melongena</i> (berenjena)	Pod. basal	Ctes	Colombo <i>et al.</i> , 2005	

	<i>Spinacia oleracea</i> (espinaca)	Pod. de raíces	BA	Palmucci, inéd.
<b><i>P. catenulatum</i></b> Matthews	<i>Capsicum annuum</i> (pimiento)	Pod. de raíces Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Cyamopsis tetragonoloba</i> (goma guar)	Pod. de raíces Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Solanum lycopersicum</i> (tomate)	Damping off	LP	Frezzi, 1956
	<i>Solanum melongena</i> (berenjena)	Damping off	LP	Frezzi, 1956
<b><i>P. cylindrosporum</i></b> Paul	<i>Eustoma grandiflorum</i> (lisianto)	Pod. de raíces	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011c
<b><i>P. debaryanum</i></b> Hesse	<i>Alternanthera</i> sp. (alternantera)	Pod. de raíces	Tuc	Frezzi, 1956
	<i>Antirrhinum majus</i> (conejito)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Arachis hypogaea</i> (maní)	Pod. de frutos, semillas y raíces	Cba	Frezzi, 1956, 1960
	<i>Arachis pusilla</i> (sacha maní)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Ageratum</i> sp. (agerato)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Brachichiton acerifolius</i> (brachichito)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Brassica napus</i> (nabo)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Caesalpinia gilliesii</i> (barba de chivo)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Capsicum annuum</i> (pimiento)	Damping off	ER	Frezzi, 1956
	<i>Calendula officinalis</i> (caléndula)	Damping off	Tuc	Frezzi, 1956
	<i>Carica papaya</i> (mamón)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Celosia cristata</i> (cresta de gallo)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Cercis siliquastrum</i> (árbol de Judea)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Cicer arietinum</i> (garbanzo)	Pod. de raíces	Chu	Frezzi, 1956
	<i>Citrullus lanatus</i> (sandía)	Pod. de frutos Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Clarkia</i> sp.	Damping off	Tuc	Frezzi, 1956
	<i>Cucumis melo</i> (melón)	Pod. de frutos Damping- off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Cucumis sativus</i> (pepino)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Cucurbita maxima</i> (zapallo)	Pod. de tallos y frutos	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Erythrina crista galli</i> (seibo)	Pod. de tallos y raíces en plantas en maceta	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Eucaliptus sideroxylon</i> (eucalipto)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Gaillardia pulchella</i> (gallardia)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Glycine max</i> (soja)	Podredumbre de raíces.	BA	Pastor <i>et al.</i> , 2011
	<i>Gypsophila paniculata</i> (gipsófila)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Helianthus annuus</i> (girasol)	Pod. base del tallo y raíces	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Hordeum vulgare</i> (cebada)	Pod. del tallo, Damping off	Fsa	Frezzi, 1956
	<i>Ipomea batatas</i> (batata)	Pod. de raíces y frutos	Cba, BA	Frezzi, 1956; Frezzi, 1977
			Ctes	Colombo <i>et al.</i> , 1993
	<i>Lathyrus cicera</i> (lenteja forrajera)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Lathyrus odoratus</i> (arvejilla de olor)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Lathyrus pubescens</i> (arvejilla peluda)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956

	<i>Lathyrus tingitanus</i> (arvejilla silvestre)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Ligustrum lucidum</i> (ligustro)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Limonium</i> sp. (statice)	Pod. de tallo y raíces	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Luffa cylindrical</i> (esponja vegetal)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Matthiola</i> sp. (alelí)	Damping off	Tuc	Frezzi, 1956
	<i>Medicago sativa</i> (alfalfa)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956; Ostazeski & Hijano, 1976
	<i>Melilotus indicus</i> (trébol de olor)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Morus alba</i> (morera)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Nicotiana tabacum</i> (tabaco)	Damping off	Tuc	Delle Coste, 1945
	<i>Parthenium argentatum</i> (guayule)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Phaseolus vulgaris</i> (poroto)	Pod. de frutos, tallos y raíces.	Cba, Chu	Frezzi, 1956
	<i>Picea excelsa</i> = <i>P. abbies</i> (abeto rojo o Picea de Noruega)	Damping off	RN	Frezzi, 1956
	<i>Pinus halepensis</i> (pino de alepo)	Damping off	Cba, ER, LR	Frezzi, 1956
	<i>Pinus pinea</i> (pino piñonero)	Damping off	SL	Frezzi, 1956
	<i>Pinus radiata</i> (pino insignis)	Damping off	RN	Frezzi, 1956
	<i>Pyrus sylvestris</i> (peral silvestre)	Damping off	RN	Frezzi, 1956
	<i>Pisum sativum</i> (arveja)	Pod. raíces y semillas Damping-off.	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Prosopis alba</i> (algarrobo)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Salvia splendens</i> (coral)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Schinus molle</i> (aguaribay)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Solanum lycopersicum</i> (tomate)	Damping off	Cba, LP, Tuc, Mis, Juj	Frezzi, 1956
	<i>Solanum melongena</i> (berenjena)	Damping off	LP	Frezzi, 1956
	<i>Solanum tuberosum</i> (papa)	Pod. de frutos	Cba, SF	Frezzi, 1956
	<i>Thuja</i> sp. (tuya)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Thuja occidentalis</i> (tuya)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Zinnia</i> sp. (zinnia)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
<b><i>P. dissotocum</i></b> Drechsler	<i>Gladiolus communis</i> (gladiolo)	Necrosis radicular	Sal	Frezzi, 1956
	<i>Morus alba</i> (mora)	Damping of	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Nicotiana tabacum</i> (tabaco)	Pod. de raíces	Sal	Palmucci <i>et al.</i> , 2011a; Palmucci <i>et al.</i> , 2014b
	<i>Solanum lycopersicum</i> (tomate)	Damping off	Juj	Frezzi, 1956
<b><i>P. graminicola</i></b> Subraman.	<i>Glycine max</i> (soja)	Pod. de raíces	BA	Grijalba <i>et al.</i> , 2011
	<i>Maranta arundinacea</i> (maranta)	Pod. de raíces en plantas en maceta	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Pennisetum clandestinum</i> (Kikuyo)	Amarillamiento foliar y Pod. de raíces	BA	Grijalba & Palmucci, 2013
	<i>Saccharum officinarum</i> (caña de azúcar)	Pod. de raíces	Tuc	Vázquez de Ramallo, 1985

<b><i>P. intermedium</i></b> de Bary	<i>Capsicum annuum</i> (pimiento)	Damping off	Cba	1953 <i>In</i> : Frezzi, 1956
	<i>Impatiens x hawkerii</i> (impatiens Nueva Guinea)	Pod.de raíces y tallo	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011d
	<i>Morus alba</i> (morera)	Damping off	Cba	1953 <i>In</i> :Frezzi, 1956
	<i>Piptadenia rigida</i> (anchico colorado)	Damping off	Mis	1954 en <i>In</i> :Frezzi, 1956
	<i>Solanum lycopersicum</i> (tomate)	Damping off	Tuc	1954 <i>In</i> : Frezzi, 1956
	<i>Spathiphyllum wallisii</i> (spatiphilo)	Pod.de raíces y tallo	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011a
<b><i>P. inflatum</i></b> Matthews	<i>Glycine max</i> (soja)	Pod. de raíces.	BA	Grijalba <i>et al.</i> , 2011
<b><i>P. irregulare</i></b> Buisman	<i>Alternanthera</i> sp (alternantera)	Pod. de raíces	Tuc	Frezzi, 1956
	<i>Arachis hypogaea</i> (mani)	Pod. frutos y semillas	Cba	Frezzi, 1956, 1960; Tello <i>et al.</i> , 2002
	<i>Avena sativa</i> (avena)	Pod. de raíces y tizón de plántulas	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Camellia thea</i> (camelia)	Pod. de frutos y raíces	Mis	Frezzi, 1977
	<i>Cupressus lusitanica</i> (ciprés lambertiana)	Damping off	Tuc	Frezzi, 1956
	<i>Cynara scolymus</i> (alcaucil)	Pod. de raíces	Cba, BA	Frezzi, 1956; Carranza & Frezzi 1974, inéd. <i>In</i> : Carranza, 1979
	<i>Daucus carota</i> (zanahoria)	Damping off. Pod. marrón y bifurcación	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Dianthus caryophyllus</i> (clavel)	Damping off	Tuc	Frezzi, 1956
	<i>Eruca sativa</i> (rúcula)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Erythrina crista-galli</i> (seibo)	Necrosis radicular	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Eucalyptus occidentales</i> (eucalipto)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Foeniculum vulgare</i> (hinojo)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Gaillardia aristata</i> (gallardia)	Damping off	Tuc	Frezzi, 1956
	<i>Glycine max</i> (soja)	Pod. de raíces	BA	Grijalba <i>et al.</i> , 2011; Pastor <i>et al.</i> , 2011
	<i>Gypsophila</i> sp (gipsófila)	Damping off	Tuc	Frezzi, 1956
	<i>Hordeum vulgare</i> (cebada)	Pod.de raíces y frutos	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Impatiens walleriana</i> (alegría del hogar)	Pod. de raíces y tallo. Pod. de gajos	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011d
	<i>Lactuca sativa</i> (lechuga)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Lupinus</i> sp. (lupino)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Solanum lycopersicum</i> (tomate)	Damping off	Tuc	Frezzi, 1956
	<i>Medicago sativa</i> (alfalfa)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Nicotiana tabacum</i> (tabaco)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Petroselinum crispum</i> (perejil)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Primula obconica</i> (primula)	Pod. de raíces, tallo y gajos	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011d
	<i>Phaseolus vulgare</i> (poroto)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Phoenix dactylifera</i> (palmera datilera)	Damping off	SL	Frezzi, 1956

	<i>Pinus halepensis</i> (pino de Alepo)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Pisum sativum</i> (arveja)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Scindapsus aureus</i> (potus)	Pod. de raíces, tallos y gajos	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2014a
	<i>Solanum melongena</i> (berenjena)	Damping off	Tuc	Frezzi, 1956
	<i>Sorghum vulgare</i> (sorgo)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1977
	<i>Thuja</i> sp. (tuya)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Thuja occidentales</i> var. <i>compacta</i> (tuya compacta)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Tragopogon porrifolius</i> (salsifí)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Trifolium repens</i> (trébol blanco)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Zinnia</i> sp. (zinnia)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
<b><i>P. mastophorum</i></b> Drechsler	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> (repollo)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Petroselinum crispum</i> var. <i>vulgare</i> (perejil)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
<b><i>P. oligandrum</i></b> Drechsler	<i>Antirrhinum majus</i> (conejito)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Carthamus tinctorius</i> (cártamo)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Citrullus lanatus</i> (sandía)	Pod. de frutos	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Malus domestica</i> (manzano)	Pod. de raíces	Mza	Frezzi, 1956
	<i>Malus sylvestris</i> (manzano silvestre)	Pod. de raíces	Mza	Feldman & Pontis, 1960
	<i>Matthiola</i> sp. (alheli)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Phaseolus acutifolium</i> var. <i>latifolium</i> (poroto)	Pod. de raíces Necrosis de tallos	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Pisum sativum</i> (arveja)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Santolina chamaecyparissus</i> (santolina)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
<b><i>P. periplocum</i></b> Drechsler	<i>Citrullus lanatus</i> (sandía)	Pod. de frutos	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Phoenix dactylifera</i> (palmera datilera)	Damping off. Pod. de raíces y tallos.	SL	Frezzi, 1956
<b><i>P. polymorphon</i></b> Sideris	<i>Cupressus horizontalis</i> (ciprés)	Pod. de raíces en plantas en maceta	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Solanum lycopersicum</i> (tomate)	Damping off	Tuc	Frezzi, 1956
	<i>Trifolium pratense</i> (trébol blanco)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
<b><i>P. rostratum</i></b> E.J. Butler	<i>Glycine max</i> (soja)	Pod. de raíces	BA	Pastor <i>et al.</i> , 2011
	<i>Pinus halepensis</i> (Pino de Alepo)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Solanum lycopersicum</i> (tomate)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Trifolium repens</i> (trébol rojo)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
<b><i>P. spinosum</i></b> Sawada	<i>Arachis hipogea</i> (maní)	Pod. de frutos	Cba	Frezzi, 1960
	<i>Fragaria ananassa</i> (frutilla)	Pod. de raíces	Tuc.	Meneguzzi <i>et al.</i> , 2011
	<i>Gypsophila</i> sp. (gipsófila)	Damping off	Tuc	Frezzi, 1956

	<i>Hebe</i> sp. (verónica)	Pod. de raíces	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011a
	<i>Solanum melongena</i> (berenjena)	Damping off	Tuc	Frezzi, 1956
<b><i>P. splendens</i> Braun</b>	<i>Rhododendron indicum</i> (azalea)	Pod. de raíces	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2014a
<b><i>P. sylvaticum</i> Campbell &amp; Hendrik</b>	<i>Cyclamen persicum</i> (violeta de los Alpes)	Damping off	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011c
	<i>Glycine max</i> (soja)	Pod. de raíces	BA	Grijlaba <i>et al.</i> , 2011
	<i>Lavandula x intermedia</i> (lavanda)	Podredumbre de raíces	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011c
<b><i>P. torulosum</i> Coker &amp; Patt</b>	<i>Piptadenia rigida</i>	Damping off	Mis	Frezzi, 1956
<b><i>P. tracheiphilum</i> Matta</b>	<i>Lactuca sativa</i> (lechuga)	Pod. de raíces	BA	Kiehr <i>et al.</i> , 2000
<b><i>P. ultimum</i> Trow</b>	<i>Acacia decurrens</i> var. <i>dealbata</i> (aromo francés)	Damping off	ER	Frezzi, 1956
	<i>Actinidia deliciosa</i> (kiwi)	Podredumbre de raíces	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011a
	<i>Albizia julibrissin</i> (limpiatubos)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Allium cepa</i> (cebolla)	Damping off	BA	Kiehr <i>et al.</i> , 1996
	<i>Antigonium</i> sp.	Pod. de raíces	Tuc	Frezzi, 1956
	<i>Antirrhinum majus</i> (conejito)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Apium graveolens</i> var. <i>dulce</i> (apio)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Arachis hypogaea</i> (mani)	Pod. de frutos, semillas y raíces	Cba	Frezzi, 1956, 1960; Tello <i>et al.</i> , 2002
	<i>Begonia</i> sp. (begonia)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Begonia imperiales</i> var. <i>maculata</i> (begonia)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Beta vulgaris</i> (remolacha)	Damping off	Ctes	Frezzi, 1956; Mazanti, 1972
	<i>Beta vulgaris</i> var. <i>ciela</i> (acelga)	Pod. de raíces Damping off	Cba	Frezzi, 1947, 1956
	<i>Brachychiton populneum</i> (braquiquito)	Damping off	Cba	Frezzi, 1947, 1956
	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i> (coliflor)	Damping off	Cba	Frezzi, 1947, 1956
			Ctes	Mazanti, 1972
	<i>Caesalpinia gilliesii</i> (barba de chivo)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Cannabis sativa</i> (cáñamo)	Pod. de raíces	BA, Cba, Ctes	Di Fonzo, 1945 <sup>2</sup> ; Frezzi, 1956
	<i>Carica papaya</i> (mamón)	Podredumbre de raíces. Muerte de plantas grandes	Ctes	Frezzi, 1956; Mazanti, 1972
		Damping off	Sal	Frezzi, 1956
	<i>Capsicum annuum</i> (pimiento)		RN	Bergna, 1963
		Muerte de plantas	Ctes	Mazanti, 1972
	<i>Casuarina cunninghamiana</i> (casuarina)			
	<i>Cattleya</i> spp. (orquidea)	Podredumbre negra	BA	Jauch, 1955
	<i>Celosia plumosa</i> (celosia)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Ceratonia siliqua</i> (algarrobo)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Chorisia speciosa</i> (palo borracho)	Damping off	Ctes	Frezzi, 1956; Mazanti, 1972
	<i>Chorisia insignis</i> (palo borracho)	Damping off	Cba, Tuc	Frezzi, 1956

<i>Chorisia</i> sp. (palo borracho)	Damping off	Cba Ctes	Frezzi, 1947 <sup>2</sup> Mazanti, 1972
<i>Cicer arietinum</i> (garbanzo)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
<i>Citrullus lanatus</i> (sandía)	Podredumbre de frutos	Cba	Frezzi, 1956
<i>Clarkia</i> sp.	Damping off	Tuc	Frezzi, 1956
<i>Coffea arabica</i> (café)	Pod. de raíces	Tuc	Frezzi, 1956
<i>Coleus</i> sp.	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
<i>Cucumis sativus</i> (pepino)	Pod. de frutos.	Cba	Frezzi, 1956
<i>Cucurbita maxima</i> (zapallo)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
<i>Cupressus horizontalis</i> (ciprés horizontal)	Damping off	ER	Frezzi, 1956
<i>Cyamopsis tetragonoloba</i> (goma guar)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
<i>Delphinium</i> sp. (espuela de caballero)	Damping off	Tuc	Frezzi, 1956
<i>Dianthus caryophyllus</i> (clavel)	-----	BA	Carrera, 1955 <sup>2</sup>
<i>Emerus marginatus</i> (= <i>Sesbania</i> )	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
<i>Eucalyptus globulus</i> (eucalipto blanco)	Damping off	BA, Cba, Ctes	Frezzi, 1947, 1956; Sarasola & Rocca de Sarasola, 1959; Mazanti, 1972; Merlo, 1981
<i>Eucalyptus leucoxydon</i> (eucalipto)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
<i>Eucalyptus robusta</i> (eucalipto)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956; Sarasola & Rocca de Sarasola, 1959
<i>Eucalyptus viminalis</i> (eucalipto)	Damping off	BA, Cba, Ctes	Frezzi, 1947, 1956; Sarasola & Rocca de Sarasola, 1959; Merlo, 1981
<i>Euphorbia marginata</i> (velo de novia)	Pod. de raíces damping off	Cba	Frezzi, 1956
<i>Euphorbia pulcherrima</i> (estrella federal)	Pod. de tallos y raíces	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011d
<i>Euphorbia splendens</i> (espinosa)	Pod. de tallo y raíces	Cba	Frezzi, 1956
<i>Fragaria ananassa</i> (frutilla)	Pod. de raíces	Tuc.	Meneguzzi <i>et al.</i> , 2011
<i>Fraxinus americana</i> (fresno)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
<i>Gazania rigens</i> (gazania)	Pod. de raíces.	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2014a
<i>Gomphrena</i> sp. (gomfrena)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
<i>Gossypium</i> sp. (algodón)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
<i>Gossypium herbaceum</i> (algodón)	Damping off	Cha	Bonacic Kresic & Ojeda, 1998.
<i>Glycine max</i> (soja)	Pod. de raíces	BA	Grijalba <i>et al.</i> , 2011; Pastor <i>et al.</i> , 2011
<i>Gypsophila</i> sp. (gipsófila)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
<i>Hibiscus esculentus</i> (chaucha turca)	Pod. de tallo y raíces Muerte de plantas	Ctes	Frezzi, 1956 Mazanti, 1972
<i>Hordeum vulgare</i> (cebada)	Damping off	Fsa	Frezzi, 1956
<i>Ipomoea batatas</i> (batata)	Pod. de frutos y raíces. Pod. poscosecha	Cba BA	Frezzi, 1956 Mitidieri, 1990

<i>Jacaranda acutifolia</i> (jacarandá)	Damping off	Cba, Ctes	Frezzi, 1947, 1956 Mazanti, 1972
<i>Jacaranda mimosifolia</i> (jacarandá)	Damping off	Ctes	Mazanti, 1972
<i>Lathyrus cicera</i> (arvejilla silvestre)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
<i>Lathyrus pubescens</i> (arvejilla)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
<i>Lepidium sativum</i> (mastuerzo)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
<i>Lilium candidum</i> (azucena)	Pod. blanda del cuello Necrosis de raíces	Tuc	Frezzi, 1956
<i>Linum usitatissimum</i> (lino)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
<i>Lolium multiflorum</i> (raigras anual)	Pod. de raíces	BA	Frezzi, 1977
<i>Lotus corniculatus</i> (lotus)	Damping off	BA	Frezzi, 1956
<i>Luffa cylindrica</i> (esponja vegetal)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
<i>Matthiola</i> sp. (alelí)	Pod. de raíces	Cba, Tuc	Frezzi, 1956
<i>Medicago sativa</i> (alfalfa)	Damping off	Cba, BA	Frezzi, 1956; Ostazeski & Hijano, 1976
<i>Melia azedarach</i> (paraíso)	Damping off Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
<i>Melilotus albus</i> (trébol de olor blanco)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
<i>Ocimum basilicum</i> (albahaca)	Pod. basal y de raíces	BA	Palmucci <i>et al.</i> , inéd.
<i>Peltophorum dubium</i> (ivirá pitá)	Damping off	Cba	Frezzi, 1947, 1956
		Ctes	Mazanti, 1972
<i>Peperonia</i> spp (peperomia)	Pod. de raíces	Tuc	Frezzi, 1956
<i>Petroselinum crispum</i> (perejil)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
<i>Phaseolus vulgaris</i> (poroto)	Necrosis de vainas y granos. Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
<i>Picea excelsa</i> (abeto)	Damping off	RN	Frezzi, 1956
<i>Pinus canariensis</i> (pino de Canarias)	Damping off	Cba	Frezzi, 1947, 1956
		Ctes	Mazanti, 1972
<i>Pinus contorta</i> var. <i>Latifolia</i> (pino contorta)	Damping off	RN	Frezzi, 1956
<i>Pinus halepensis</i> (pino de Alepo)	Damping off, Podredumbre de raíces	Ctes, Cba, LR, ER	Frezzi, 1947, 1956; Mazanti, 1972
<i>Pinus pinaster</i> subsp. <i>hamiltonii</i> (= <i>P. hamiltonii</i> ) (pino marítimo)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
<i>Pinus longifolia</i> (= <i>Pinus roxburghii</i> ) (Pino del Himalaya)	Damping off	Ctes	Frezzi, 1947, 1956; Mazanti, 1972
<i>Pinus pinaster</i> (pino marítimo)	Damping off	Cba, Ctes	Frezzi, 1947, 1956; Mazanti, 1972
<i>Pinus pinea</i> (pino piñonero)	Damping off	BA, Cba	Frezzi, 1947, 1956
<i>Pinus radiata</i> (pino insigne)	Damping off	Cba, RN	Frezzi, 1947, 1956
<i>Pinus sylvestris</i> (pino silvestre)	Damping off	Ctes, RN	Frezzi, 1956; Mazanti, 1972
<i>Pinus</i> spp. (pino)	Damping off	Mza	Schiel & Vitoria, 1946; Wright, 1948
<i>Pisum sativum</i> (arveja)	Podredumbre de raíces	BA, Cba	Frezzi, 1956
<i>Prunus persica</i> (duraznero)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
<i>Raphanus sativus</i> (rabanito)	Damping off	Cba Ctes	Frezzi, 1947, 1956; Mazanti, 1972
<i>Salvia splendens</i> (salvia roja, coral)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
<i>Senna corymbosa</i> (cassia, rama negra)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956

	<i>Sesbania marginata</i> (acacia negra, temberari)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Solanum lycopersicum</i> (tomate)	Damping off	Cba, Tuc, Mis, Juj, Ctes,	Frezzi, 1947, 1956; Mazanti, 1972
	<i>Solanum melongena</i> (berenjena)	Damping off	Cba, Tuc	Frezzi, 1947, 1956
	<i>Sorghum vulgare</i> (sorgo)	Podredumbre de raíces	Cba, SF	Frezzi, 1977
	<i>Spinacea oleracea</i> (espinaca)	Damping off	Cba, Ctes	Frezzi, 1947, 1956; Mazanti, 1972
	<i>Thuja</i> sp. (thuya)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Thuja occidentalis</i> var. <i>aureovariegata</i> (thuya)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Thuja occidentalis</i> var. <i>compacta</i> (thuya)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Triticum vulgare</i> (trigo)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1977
	<i>Viola tricolor</i> (pensamiento)	Damping off	Tuc	Frezzi, 1956
<b><i>P. ultimum</i> var. <i>sporangiiferum</i></b> Drechsler	<i>Poligala myrtifolia</i> (poligala)	Pod. de raíces.	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011d
<b><i>Phytophthium chamaehyphon</i></b> (Sideris) Abad, de Cock, Bala, Robideau, Lodhi & Lévesque (ex <i>P. chamaehyphon</i> )	<i>Rhododendron indicum</i> (azalea)	Pod. de raíces	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2013b.
<b><i>Phy. helicoides</i></b> (Drechsler) Abad, de Cock, Bala, Robideau, Lodhi & Lévesque (ex <i>P. helicoides</i> )	<i>Glycine max</i> (soja)	Pod. de raíces	BA	Grijalba <i>et al.</i> , 2014
<b><i>Phy. vexans</i></b> (de Bary) Abad, de Cock, Bala, Robideau, Lodhi & Lévesque (ex. <i>P. vexans</i> de Bary)	<i>Begonia</i> sp. (begonia)	Podredumbre de raíces	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Begonia rex</i> (begonia rex)	Podredumbre de raíces	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Celosia cristata</i> (cresta de gallo)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Celosia plumosa</i> (celosía)	Damping off	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Citrullus lanatus</i> (sandía)	Pod. marrón de frutos	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Dianthus chinensis</i> (clavel chino)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1956
	<i>Eucaliptus teritifomis</i> (eucalipto)	Damping off	Cba, Ctes	Frezzi, 1956; Merlo, 1981
<i>Piptadenia rigida</i> (anchico colorado)	Damping off	Mis	Frezzi, 1956	
<b><i>Phy. frezzii</i> sp. nov.</b>	<i>Glycine max</i> (soja)	Pod. de raíces	BA	Grijalba, <i>et al.</i> , 2011; Grijalba <i>et al.</i> , 2013
<b><i>Pythium</i> sp. nov. 1</b>	<i>Capsicum annuum</i> (pimiento)	Marchitamiento y Pod. de raíces	Sal	Palmucci <i>et al.</i> , 2013a
<b><i>Pythium</i> sp. nov. 2</b>	<i>Schlumbergera truncata</i> (zygocactus)	Pod. de raíces	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2012
<b><i>Pythium</i> spp.</b>	<i>Allium cepa</i> (cebolla)	Damping off	Mza	Gatica & Oriolani, 1997
	<i>Apium graveolens</i> (apio)	-----	BA	Varaschin & De Souza, 2003
	<i>Begonia</i> sp. (begonia)	-----	BA	Cipolla, 1948 FF
	<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> (remolacha)	Damping off, raíces negras, tizón plántulas	BA	Jauch, 1951 FF
	<i>Brassica napus</i> (colza)	Damping off	BA	Monterroso & Delhey, 1995

<i>Capsicum annuum</i> (pimiento)	Damping off	Ctes Sal, Juj	Colombo & Obregon, 2006; Flores <i>et al.</i> , 2008
<i>Carthamus tinctorius</i> (cártamo)	“Mal del tallito”, pod. de la raíz	Cha, SF	Bonasic Kresic & Campagnac, 1982
<i>Citrus</i> spp. y <i>rutáceas</i>	Damping off pre y post emergencia	Ctes	Canteros, 2009
<i>Cucumis melo</i> (melón)	Pod. de raíces	Mza, SJ Ctes	Oriolani & Gatica, 1980; Colombo & Obregon, 2006
<i>Cucurbita maxima</i> (zapallo)	Damping off	SF	Bonasic Kresic & Campagnac, 1982
<i>Eucalyptus</i> sp. (eucalipto)	Damping off	Tuc BA	Carrera, 1955 FF: Fernández Valiela <i>et al.</i> , 1954
<i>Eustoma grandiflorum</i> (lisianto)	Pod. del cuello y raíces	Ctes	Obregón <i>et al.</i> , 2000
<i>Fragaria x ananassa</i> (frutilla)	Pod. de la raíz	Fsa, Ctes, SF	Scaglia <i>et al.</i> , 1984; Bonasic Kresic & Campagnac, 1982
<i>Fuchsia magellanica</i> (aljava)	Pod. de raíces y tallo	B.A	Palmucci & Grijalba, 2003
<i>Glycine max</i> (soja)	Damping off	ER, SF, BA, LP	Belmonte & Carrasco, 2006; Botta <i>et al.</i> , 1997
<i>Gossypium herbaceum</i> (algodonero)	Damping off	Cha, SF, Ctes	Campagnac, 1985
<i>Ilex paraguariensis</i> (yerba mate)	Damping off Pod. de raíces.	Mis	Marchionatto, 1948; Rivera Flores, 1983
<i>Impatiens wallerana</i> (alegría del hogar)	Pod. de raíces y cuello en plántulas	BA	Wolcan & Grego, 2007
<i>Impatiens x hawkerii</i> (impatiens Nueva guinea)	Pod. basal en plantas en floración	BA	Wolcan & Grego, 2007
<i>Lactuca sativa</i> (lechuga)	Damping off	Juj, BA	Alcoba <i>et al.</i> , 2005; Melagari <i>et al.</i> , 2010
<i>Lavandula dentata</i> (lavanda)	Pod. de raíces y marchitamiento	BA	Wolcan & Grego, 2004
<i>Lavandula x intermedia</i> (lavanda)	Pod. de raíces y marchitamiento	BA	Wolcan & Grego, 2004
<i>Medicago sativa</i> (alfalfa)	-----	BA	Carrera, 1946 FF
<i>Nicotiana tabacum</i> (tabaco)	Damping off Pod. durante el curado y conservación	Sal, Juj, Mis, Cha, BA	Castelló <i>et al.</i> , 1995; Catania, 1992; Carrera, 1972 FF; Alcoba <i>et al.</i> , 2005; Dummel, 2008
<i>Ocimum basilicum</i> (albahaca)	Damping off Pod. de raíces y cuello	Ctes	Colombo & Obregón, 2006
<i>Olea europea</i> (olivo)	Marchitamiento	BA, Mza, Cat, SJ, LR	Goldemberg & Castronovo, 1960; Lucero <i>et al.</i> , 2005; Roca <i>et al.</i> , 2006; Babbitt <i>et al.</i> , 2000
<i>Pinus</i> spp. (pino)	-----	Chu	Barroetaña & Rajchenberg, 2005
<i>Pisum sativum</i> (arveja)	-----	Neu	Bergna, 1963
<i>Spathiphyllum wallisii</i> (spatifilo)	Reducción de raíces	BA	Grego & Wolcan, 2005
<i>Solanum lycopersicum</i> (tomate)	Damping off Pod. de cuello y raíces	Ctes, Sal; Juj	Flores <i>et al.</i> , 2008; Colombo, 2009
<i>Vaccinium corymbosum</i> (arándano)	Pod. de raíces	BA	Wright <i>et al.</i> , 2005
<i>Zea mays</i> (maíz)	Damping-off Pod. del tallo	Cba	Botta, 2001 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> BA: Buenos Aires; Cat.: Catamarca; Cba: Córdoba; Ctes: Corrientes; Cha: Chaco; Chu: Chubut; ER: Entre Ríos; Fsa: Formosa; Juj: Jujuy; LP: La Pampa; LR: La Rioja; Mza: Mendoza; Mis.: Misiones; Neu: Neuquén; RN: Rio Negro; Sal: Salta; SF: Santa Fe; SJ: San Juan; SL: San Luis; TF: Tierra del Fuego e Islas Malvinas; Tuc.: Tucumán

<sup>2</sup> In: Nome *et al.*, 2009. Nota: (Especies no identificadas son mencionadas como *Pythium* spp.).

PROV.: Provincias Pod: podredumbre. Phy.: *Phytopythium*.

FF: Ficha fitopatológica.

RF: *Registro fitopatológico*.

El análisis de la Tabla 1 permite conocer la cronología de los registros de cada especie en el país:

La primera especie fitopatógena identificada fue *P. ultimum*, en 1936, causando *damping off* en almácigos de plantas forestales y hortícolas en la Provincia de Córdoba (Frezzi 1947). Frezzi (1956), con asesoramiento de Middleton, diferenció un grupo que llamó *Pythium cf. ultimum*, en el que ubicó cepas morfológicamente semejantes a *P. ultimum*, pero sin la capacidad de formar estructuras sexuales, causante de “ahogamiento” en *Nicotiana tabacum* (tabaco) (Provincia de Buenos Aires), en *Pinus* sp. (Mendoza y Santa Cruz), en *Cedrus* sp. (Mendoza), en *Prosopis alba* (algarrobo blanco) (Córdoba) y en *Picea excelsa* (Abeto rojo) (Tierra del Fuego).

Posteriormente, según un Registro fitopatológico de INTA, en Tucumán se aisló *P. debaryanum* a partir de *Nicotiana tabacum* (tabaco) con *damping off* (Della Coste, 1946). En 1949, *P. irregulare* fue aislado de plantas de *Hordeum vulgare* (cebada) con menor desarrollo, clorosis y raíces necróticas y *P. oligandrum*, de cultivos de *Carthamus tinctorious* (cártamo), ambos de la Provincia de Córdoba. En 1950, también en esta Provincia, se hallaron: *P. rostratum* en *Pinus halepensis* (pino de Alepo) con *damping off* y *P. aphanidermatum* en *Pisum sativum* (arveja), ocasionando muerte de plantas adultas por podredumbre radicular (Frezzi, 1956). En 1951 se identificaron: *P. acanthicum* ocasionando podredumbre de frutos y raíces de *Citrullus lanatus* (sandía) en Córdoba y *P. catenulatum* en La Pampa provocando *damping off* en *Solanum lycopersicum* (tomate) y en *Solanum melongena* (berenjena) (Frezzi, 1956). En 1952, *P. periplocum* fue aislado en San Luis, en almácigos de *Phoenix dactylifera* (palmera datilera) manifestando podredumbre de cuello y raíces; *P. vexans* en Córdoba, afectando *Dianthus chinensis* (clavelina) con podredumbre de raíces y *P. intermedium* causando *damping off* en *Capsicum annuum* (pimiento) y en *Morus alba* (morera) en Córdoba (Frezzi, 1956). En 1953, fueron identificados *P. dissotocum* en almácigos de *Morus alba* con *damping off*, *P. graminicola* en *Maranta arundinacea* (maranta) con podredumbre de raíces y *P. polimorphon* en raíces podridas de *Cupressus horizontalis* (ciprés). En 1954, se registraron por primera vez las especies *P. spinosum*, ocasionando

*damping off* en la Provincia de Tucumán en almácigos de *Gypsophila* sp. (gipsófila) y de *S. melongena*; ***P. torulosum***, también causando *damping off* en *Piptadenia rigida* (angico) en la Provincia de Misiones y ***P. mastophorum*** en *Petroselinum crispum* var. *vulgare* (perejil) y en *Brassica oleracea* var. *capitata* (repollo) con *damping off* en la Provincia de Córdoba (Frezzi, 1956). Luego de 48 años, se identificó otra especie: ***P. tracheiphilum***, afectando *Lactuca sativa* en la Provincia de Buenos Aires (Kiehr *et al.*, 2000). Recientemente fue citado ***P. inflatum*** (Grijalba *et al.*, 2011).

En el marco de este trabajo, fueron identificados: ***P. sylvaticum***, aislado de plantas de *Lavandula angustifolia* (lavanda) procedente de Magdalena, Provincia de Buenos Aires (Palmucci *et al.*, 2011c) y ***P. cylindrosporum***, de *Eustoma grandiflorum* (lisiante) de la localidad de Abasto-La Plata, Provincia de Buenos Aires, ambos aislados en 2005 (Palmucci *et al.*, 2011c) y ***P. splendens*** de *Rhododendron indicum* de la localidad de Garín, Provincia de Buenos Aires, aislado en 2010 (Palmucci *et al.*, 2014a).

Además, en la Tabla 1, se mencionan otras especies de *Pythium* reclasificadas en el nuevo género *Phytopythium*, reconocido recientemente: ***Phytopythium chamaehyphon*** (ex *P. chamaehyphon*) aislado de raíces sintomáticas de *Rhododendron indicum* (Palmucci *et al.*, 2013b); ***Phytopythium helicoides*** (ex *P. helicoides*) (Grijalba *et al.*, 2014) y ***Phytopythium* sp. nov.** (Grijalba *et al.*, 2013), hallados ocasionando *damping off* en cultivo de soja.

La Tabla 2 y la Figura 2, muestran la presencia y la distribución geográfica de las especies fitopatógenas de *Pythium* en las 23 provincias argentinas. Se comparan los hallazgos citados hasta 2009 (Palmucci *et al.*, 2011b), con las publicaciones argentinas y los resultados obtenidos en la presente tesis hasta el año 2014 inclusive:

Se observa que en la región del Noreste Tucumán presenta la mayor cantidad de especies citadas; en el Noroeste se destaca Misiones; en la zona central Córdoba y en la región pampeana Buenos Aires. En relación con el recuento de 2009 y el de 2014 se destaca el incremento de las relaciones hospedante-patógeno halladas en la provincia de Buenos Aires, que ascienden de 6 a 19, como consecuencia de los resultados de este estudio.

Considerando la cantidad de Provincias en las que fue citada cada especie, se halló que *P. ultimum* (incluyendo a *P. cf ultimum*) está registrada en localidades correspondientes a 16 Provincias y *P. debaryanum* en 14 Provincias. Le siguen *P. irregulare* en 5 y *P. intermedium* y *P. aphanidermatum* en 4, mientras que *P. mastophorum*, *P. rostratum*, *P. torulosum*, *P. tracheiphilum*, *P. inflatum*, *P. cylindrosporum*, *P. splendens* y *P. sylvaticum* se han encontrado sólo en una provincia.

En la Tabla 3 y la Figura 3, se presentan los tipos de cultivos afectados por cada especie de *Pythium*. Considerando la totalidad de las especies, se observa que las plantas ornamentales tienen el mayor número de hospedantes, seguidas en orden decreciente por las hortícolas, forestales, oleaginosas/industriales, forrajeras, cereales, frutales y palmeras.

El número de asociaciones hospedante-patógeno en plantas ornamentales afectadas por la totalidad de las especies de *Pythium* se incrementó un 14% (de 87 a 104), debido a las enfermedades halladas durante esta investigación.

*P. ultimum* continúa siendo la especie patógena que afecta más hospedantes, de los cuales el 40% son cultivos ornamentales, seguida por *P. debaryanum* con un 44%; *P. irregulare* con el 36% y *P. aphanidermatum* con el 23,8%. La mayoría de las otras especies fue hallada en 1 a 4 hospedantes, incluyendo cultivos ornamentales.

Las variaciones que se observan en la relación del número de hospedantes por cada especie de *Pythium*, entre la Tabla 3 y la publicada previamente por Palmucci *et al.* (2011b), se deben no sólo a los resultados de la prospección sino además a la incorporación de referencias de otros autores: *P. acanthicum* afectando *Fragaria ananassa* en la Provincia de Santa Fe (Sillón *et al.*, 2002), *Lavandula* sp. y *Origanum vulgare* en la de Buenos Aires (Sandoval & Noelting, 2009). Posteriormente se sumaron *P. ultimum* y *P. spinosum* provocando podredumbre de raíces de frutilla en Tucumán (Menneguzzi *et al.*, 2011) y *P. debaryanum*, *P. rostratum*, *P. ultimum* y *P. irregulare* afectando *Glycine max* en la Provincia de Buenos Aires (Pastor *et al.*, 2011).

En la Figura 4, se ilustra la frecuencia relativa de las especies de *Pythium* identificadas en Argentina hasta 2014. Se consideraron las frecuencias con valores  $\geq 1$ , agrupando como “otros” las frecuencias  $\leq 1$ . *P. ultimum* presentó la mayor frecuencia, seguida por *P. debaryanum*, *P. irregulare* y *P. aphanidermatum*. La misma tendencia se

observa en la Fig. 5, que presenta la frecuencia relativa de las especies de *Pythium* que afectan plantas ornamentales.

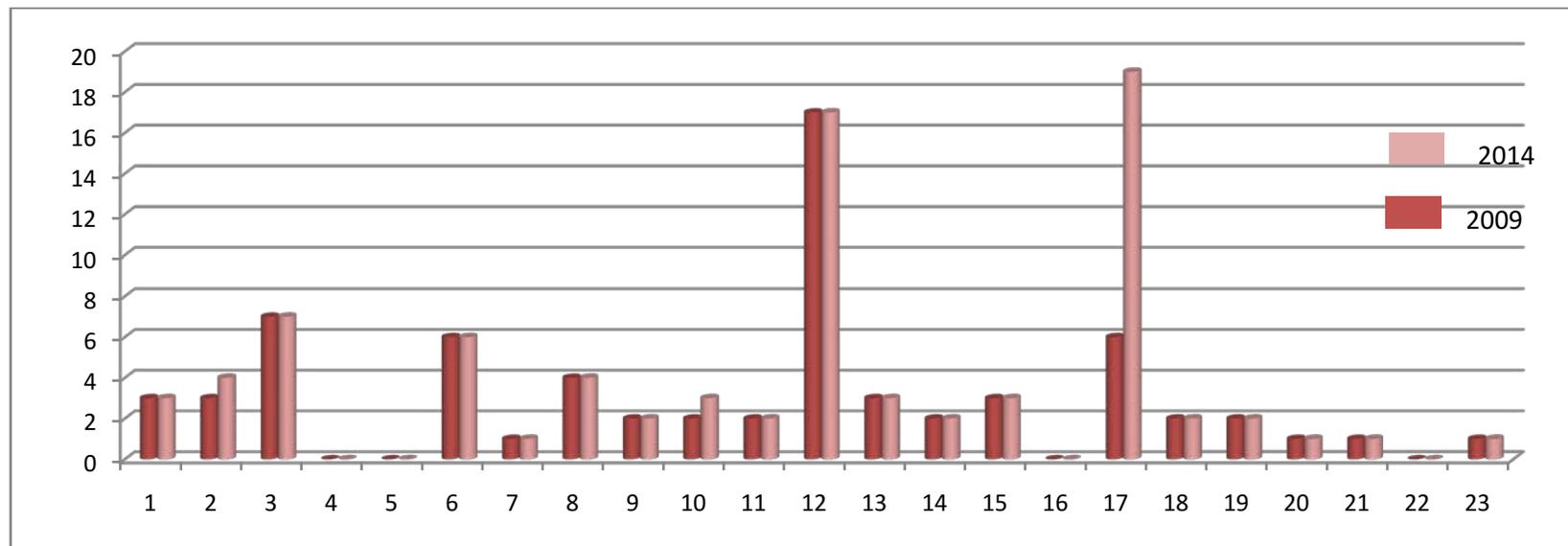
En la Tabla 4 se mencionan las identificaciones efectuadas en el Cinturón verde La Plata-Buenos Aires hasta el 2009. Del mismo modo, la Tabla 5 presenta el listado de las identificaciones efectuadas en este estudio, entre los años 2009-2014.

**TABLA 2: DISTRIBUCIÓN DE *PYTHIUM* SPP. EN REGIONES GEOGRÁFICAS DE ARGENTINA EN-LOS AÑOS 2009 y 2014**

<sup>1</sup> Juj = Jujuy; Sal = Salta, Tuc = Tucumán; Cat = Catamarca; SE=Santiago del Estero; Mis = Misiones; Cha = Chaco; Ctes = Corrientes, ER = Entre Ríos; SF = Santa Fe, Fsa = Formosa; Cba = Córdoba, Mza = Mendoza, LR = La Rioja, SL = San Luis; BA = Buenos Aires; LP = La Pampa; SJ = San Juan; RN = Rio Negro; Chu = Chubut; SC = Santa Cruz; Neu = Neuquén; TF = Tierra del Fuego e islas Malvinas. <sup>2</sup> Especies identificadas por el autor durante el período en estudio. <sup>3</sup> Nuevas especies en estudio.

<i>Pythium</i> spp.	Regiones y Provincias <sup>1</sup>																								Prov/ P. sp.	
	Noroeste NO					Noreste NE							Central C	Oeste O					Pampeana Pamp.		Patagonia S					2009
	Juj	Sal	Tuc	Cat	SE	Mis	Cha	Ctes	ER	SF	Fsa	Cba	Mza	LR	SL	SJ	BA	LP	RN	Chu	SC	Neu	T F			
<i>P. acanthicum</i>										X		X					X								1	3
<i>P. aphanidermatum</i>		X						X				X					X								4	4
<i>P. catenulatum</i>												X						X							2	2
<i>P. cylindrosporum</i> <sup>2</sup>																	X								-	1
<i>P. debaryanum</i>	X		X			X		X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X					14	14
<i>P. dissotocum</i>	X	X										X													3	3
<i>P. graminicola</i>			X									X					X								2	3
<i>P. inflatum</i>																	X								-	1
<i>P. intermedium</i>			X			X						X					X								3	4
<i>P. irregulare</i>			X			X						X			X		X								5	5
<i>P. mastophorum</i>												X													1	1
<i>P. oligandrum</i>												X	X												2	2
<i>P. periplocum</i>												X			X										2	2
<i>P. polymorphon</i>			X									X													2	2
<i>P. rostratum</i>												X					X								1	2
<i>P. splendens</i> <sup>2</sup>																	X								-	1
<i>P. spinosum</i>			X									X					X								2	3
<i>P. sylvaticum</i> <sup>2</sup>																	X								-	1
<i>P. torulosum</i>						X																			1	1
<i>P. tracheiphylum</i>																	X								1	1
<i>P. ultimum</i>	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X			X		X						14	14
<i>P. cf. ultimum</i>												X	X				X					X	X		5	5
<i>Pythium</i> sp. nov. 1 <sup>3</sup>		X																							-	1
<i>Pythium</i> sp. nov. 2 <sup>3</sup>																	X								-	1
<i>Phy. chamaehyphon</i>																	X									1
<i>Phy. frezzium</i> sp.nov																	X									1
<i>Phy. helicoides</i>																	X									1
<i>Phy. vexans</i>						X		X				X													3	3
<i>P. spp./Provincia 2009</i>	3	3	7	0	0	6	1	4	2	2	2	17	3	2	3	-	6	2	2	1	1	0	1			
<i>P. spp./Provincia 2014</i>	3	4	7	0	0	6	1	4	2	3	2	17	3	2	3	-	19	2	2	1	1	0	1			

**FIGURA 2: NÚMERO DE ESPECIES DE PYTHIUM/ PROVINCIA EN-LOS AÑOS 2009-2014.**



1- Jujuy; 2- Salta, 3- Tucumán; 4- Catamarca ; 5- Santiago del Estero; 6- Misiones; 7- Chaco; 8- Corrientes- 9 -Entre Ríos; 10- Santa Fe; 11- Formosa; 12-Córdoba, 13- Mendoza; 14- La Rioja; 15- San Luis; 16-San Juan; 17- Buenos Aires; 18 - La Pampa; 19 - Rio Negro; 20 -Chubut; 21 - Santa Cruz; 22 -Neuquen; 23 -Tierra del Fuego y Malvinas. **Nota:** 2009 Situacion inicial; 2013 Situacion luego de las nuevas identificaciones.

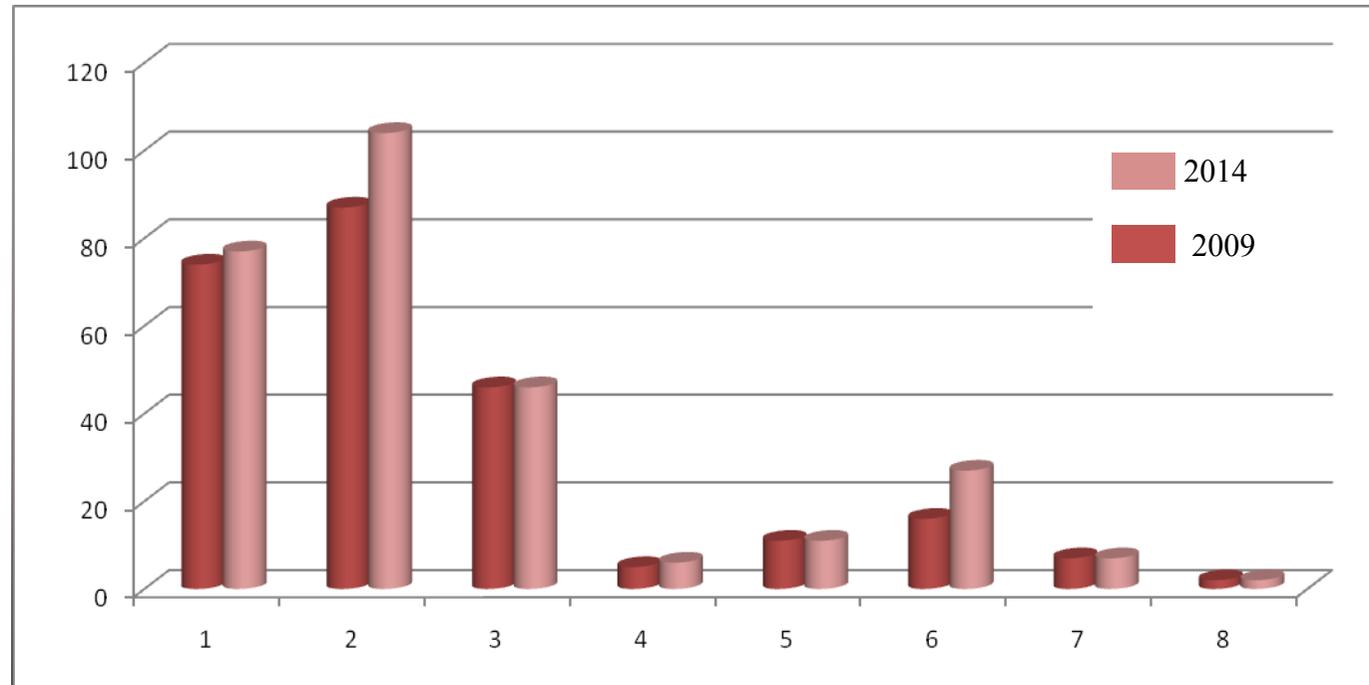
**TABLA 3: NÚMERO DE HOSPEDANTES AFECTADOS POR ESPECIES DE *PYTHIUM* DENTRO DE CADA TIPO DE CULTIVO EN LOS RECUEENTOS DE 2009 Y DE 2014**

<i>Pythium</i> spp.	TOTAL		HORTÍCOLA	ORNAMENTAL	FORESTAL	FRUTAL	FORRAJERA	OLEAGINOSO/INDUSTRIAL	CEREALES	PALMERAS	
	2009	2013									
<i>P. acanthicum</i>	2	5	2	1		1		1			
<i>P. aphanidermatum</i>	20	21	12	5	2		1	1			
<i>P. catenulatum</i>	4	4	4								
<i>P. cylindrosporium</i> <sup>1</sup>	-	1		1							
<i>P. debaryanum</i>	55	56	14	25	8	1	2	5	1		
<i>P. dissotocum</i>	3	4	1	1	1			1			
<i>P. graminicola</i>	2	3		2				1			
<i>P. inflatum</i>	-	1						1			
<i>P. intermedium</i>	4	6	2	2	2						
<i>P. irregulare</i>	32	36	10	13	4		2	3	3	1	
<i>P. mastophorum</i>	2	2	2								
<i>P. oligandrum</i>	9	9	3	3		2		1			
<i>P. periplocum</i>	2	2	1							1	
<i>P. polymorphon</i>	3	3	1		1		1				
<i>P. rostratum</i>	3	4	1		1		1	1			
<i>P. splendens</i> <sup>1</sup>	-	1		1							
<i>P. spinosum</i>	3	5	2	2				1			
<i>P. sylvaticum</i> <sup>1</sup>		3		2				1			
<i>P. tracheiphillum</i>	-	1	1								
<i>P. torulosum</i>	1	1			1						
<i>P. ultimum</i>	93	99	19	40	24	2	4	7	3		
<i>Pythium</i> sp nov. 1 <sup>1</sup>	-	1	1								
<i>Pythium</i> sp. nov. 2 <sup>1</sup>	0	1		1							
<i>Phy. chamaehyphon</i> <sup>1</sup>	-	1						1			
<i>Phy. frezzium</i> sp. nov.	0	1						1			
<i>Phy. helicoides</i>	0	1						1			
<i>Phy. vexans</i>	8	8	1	5	2						
<i>P. spp./tipo</i> <sup>2</sup>	2009	247	—	74	87	46	5	11	16	7	2
	2014		280	77	104	46	6	11	27	7	2

<sup>1</sup> Especies identificadas durante este estudio, mencionadas por primera vez en el país. <sup>2</sup> Número total de relaciones *Pythium* spp./ hospedante para cada tipo de cultivo.

**FIGURA 3: NÚMERO TOTAL DE HOSPEDANTES/TIPO DE CULTIVO AFECTADOS POR ESPECIES DE *PYTHIUM* (EVALUACIONES EN 2009 Y EN 2014).**

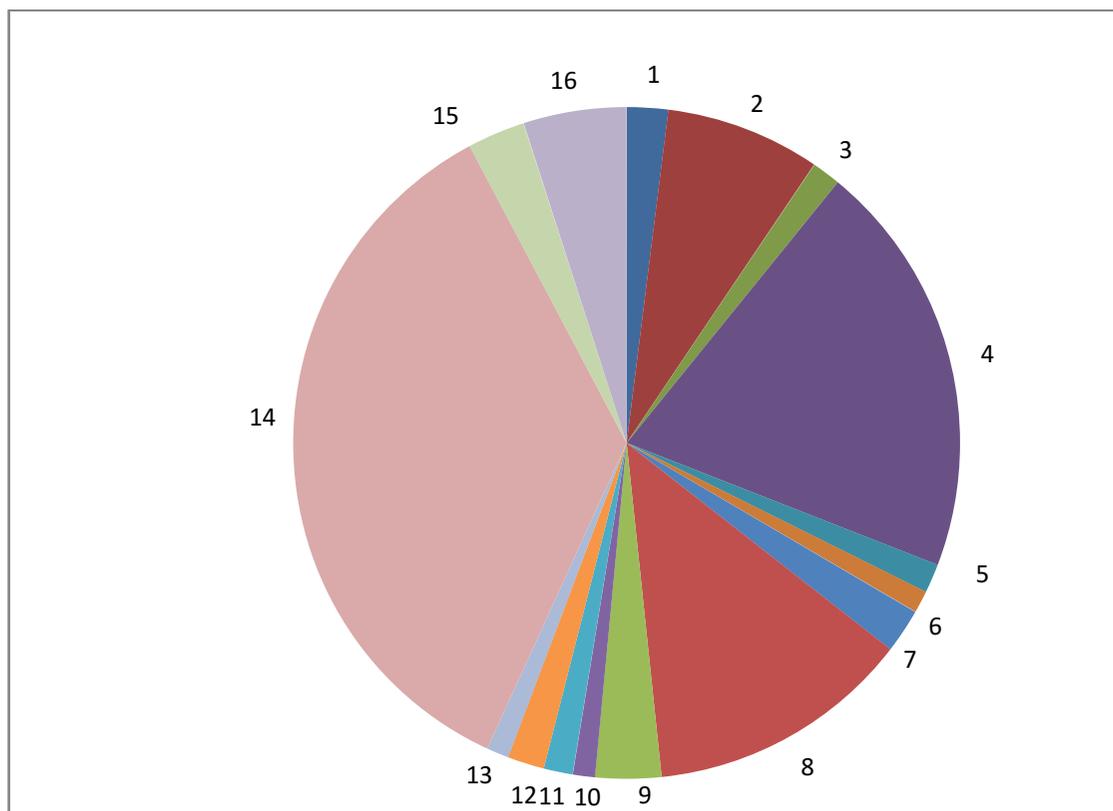
Número total de hospedantes



Tipo de cultivo

Tipo de cultivos: 1 Hortícolas. 2 Ornamentales. 3 Forestales. 4 Frutales. 5 Forrajeros. 6 Oleaginosos e industriales. 7 Cereales. 8 Palmeras.

**FIGURA 4: FRECUENCIA RELATIVA DE ESPECIES DE *PYTHIUM* (2014).**



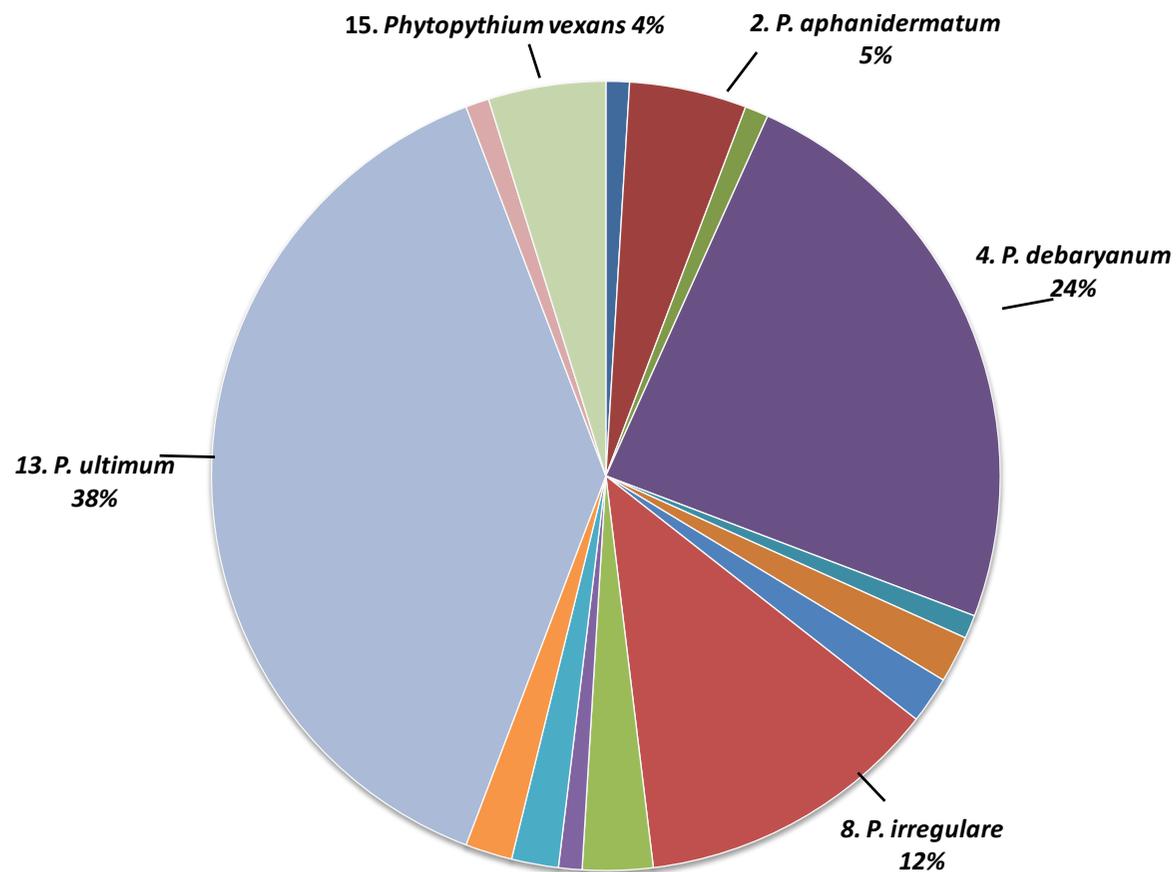
ESPECIES	N*	FR**
1. <i>P. acanthicum</i>	5	2
2. <i>P. aphanidermatum</i>	21	7,5
3. <i>P. catenulatum</i>	4	1,4
4. <i>P. debaryanum</i>	56	20
5. <i>P. dissotocum</i>	4	1,4
6. <i>P. graminicola</i>	3	1,08
7. <i>P. intermedium</i>	6	2,14
8. <i>P. irregulare</i>	36	12,8
9. <i>P. oligandrum</i>	9	3,2
10. <i>P. polymorphon</i>	3	1,08
11. <i>P. rostratum</i>	4	1,4
12. <i>P. spinosum</i>	5	1,78
13. <i>P. sylvaticum</i>	3	1,08
14. <i>P. ultimum</i>	99	35,4
15. <i>Phy. vexans</i>	8	2,8
16. OTROS***	14	5
TOTAL	280	100

\*N: número de relaciones hospedante-patógeno citadas en el país.

\*\*FR: frecuencia relativa de especies de *Pythium*.

\*\*\*OTROS: Especies con <1% de frecuencia relativa: *P. cylindrosporum* (0,3%), *P. inflatum* (0,3%), *P. mastophorum* (0,7%), *P. periplocum* (0,7%), *P. splendens* (0,3%), *P. tracheiphillum* (0,3%), *P. torulosum* (1%), *Pythium* sp. nov. 1. (0,3%), *P. sp. nov. 2.* (0,3%), *Phytopythium chamehyphon* (0,3%), *Phy. frezzium* sp. nov.(0,3%), *Phy helicoides* (0,3%).

FIGURA 5: FRECUENCIA RELATIVA DE *PYTHIUM* SPP. QUE AFECTAN CULTIVOS ORNAMENTALES (2014).



ESPECIES	N	FR
1. <i>P. acanthicum</i>	1	0,96
2. <i>P. aphanidermatum</i>	5	4,8
3. <i>P. cylindrosporum</i>	1	0,96
4. <i>P. debaryanum</i>	25	24,03
5. <i>P. dissotocum</i>	1	0,96
6. <i>P. graminicola</i>	2	1,92
7. <i>P. intermedium</i>	2	1,92
8. <i>P. irregulare</i>	13	12,5
9. <i>P. oligandrum</i>	3	2,88
10. <i>P. splendens</i>	1	0,96
11. <i>P. spinosum</i>	2	2,88
12. <i>P. sylvaticum</i>	2	2,88
13. <i>P. ultimum</i>	40	38,46
14. <i>Pythium</i> sp. nov. 2	1	0,96
15. <i>Phytopythium vexans</i>	5	4,8
TOTAL	104	

**TABLA 4: ESPECIES DE *PYTHIUM* CITADAS PARA EL CINTURÓN VERDE LA PLATA-BUENOS AIRES HASTA EL AÑO 2009.**

<b><i>P. acanthicum</i></b>	<i>Lavandula</i> sp. (lavanda)	Pod. de raíces y tallo	BA	Sandoval <i>et al.</i> , 2009
	<i>Origanum vulgare</i> (orégano)	Pod. de raíces y tallo	BA	Sandoval <i>et al.</i> , 2009
<b><i>P. aphanidermatum</i></b>	<i>Euphorbia pulcherrima</i> (estrella federal)	Pod. de tallos y raíces	BA	Palmucci & Grijalba, 2007
<b><i>P. ultimum</i></b>	<i>Cattleya</i> spp. (orquídea)	Podredumbre negra	BA	Jauch, 1952
	<i>Dianthus caryophyllus</i> (clavel)	-----	BA	Carrera, 1955
<b><i>Pythium</i> sp.</b>	<i>Fuchsia magellanica</i> (aljaba)	Pod. de raíces y tallo	B.A	Palmucci & Grijalba, 2003
	<i>Impatiens wallerana</i> (alegría del hogar)	Pod. de raíces y cuello en plántulas	BA	Wolcan & Grego, 2007
	<i>Impatiens x hawkeri</i> (impatiens Nueva guinea)	Pod. basal en plantas en floración	BA	Wolcan & Grego, 2007
	<i>Lavandula dentata</i> (lavanda)	Pod. de raíces y marchitamiento	BA	Wolcan & Grego, 2004
	<i>Lavandula x intermedia</i> (lavanda)	Pod. de raíces y marchitamiento	BA	Wolcan & Grego, 2004
	<i>Spathiphyllum wallisii</i> (spatifilo)	Reducción de raíces	BA	Grego & Wolcan, 2005

**TABLA 5: ESPECIES DE *PYTHIUM* IDENTIFICADAS DURANTE EL PRESENTE ESTUDIO (2009-2014).**

<b><i>P. aphanidermatum</i></b>	<i>Nicotiana tabacum</i> (tabaco)	Pod. de raíces	Sal	Palmucci <i>et al.</i> , 2011a, 2014b
	<i>Spinacea oleracea</i> (espinaca)	Pod. de raíces	BA	Palmucci, inéd.
<b><i>P. cylindrosporum</i></b>	<i>Eustoma grandiflorum</i> (lisisanto)	Pod. de raíces	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011a y c
<b><i>P. dissotocum</i></b>	<i>Nicotiana tabacum</i> (tabaco)	Pod. de raíces	Sal.	Palmucci, 2011a, 2014b
<b><i>P. intermedium</i></b>	<i>Impatiens x hawkeri</i> (impatiens Nueva Guinea)	Pod. de raíces y tallo	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011a,d
	<i>Spathiphyllum wallisii</i> (spatifilo)	Pod. de raíces y tallo	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011a
<b><i>P. graminicola</i></b>	<i>Pennisetum clandestinum</i> (kikuyo)	Amarillamiento foliar y Pod. de raíces	BA	Grijalba & Palmucci, 2013
<b><i>P. irregulare</i></b>	<i>Impatiens walleriana</i> (alegría del hogar)	Pod. de raíces, tallo y gajos	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011a y d
	<i>Primula obconica</i> (primula)	Pod. de raíces, tallo y gajos	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011a,d
	<i>Scindapsus aureus</i> (potus)	Pod. de raíces, tallo y gajos	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2014a
<b><i>P. spinosum</i></b>	<i>Hebe</i> sp. (verónica)	Pod. de raíces	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011a
<b><i>P. splendens</i></b>	<i>Rhododendron indicum</i> (azalea)	Pod. de raíces	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2014a

<b><i>P. sylvaticum</i></b>	<i>Cyclamen persicum</i> (violeta de los Alpes)	Damping off	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011 a y c
	<i>Lavandula x intermedia</i> (lavanda)	Pod. de raíces	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011 a y c
<b><i>P. ultimum</i></b>	<i>Actinidia deliciosa</i> (kiwi)	Pod. de raíces	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011a
	<i>Euphorbia pulcherrima</i> (estrella federal)	Pod. de raíces y tallos	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011d
	<i>Gazania rigens</i> (gazania)	Pod. de raíces	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2014a
	<i>Gypsophila paniculata</i> (gipsófila)	Pod. de raíces Damping off	BA	Palmuci, inéd.
	<i>Ocimum basilicum</i> (albahaca)	Pod. basal y de raíces	BA	Palmucci <i>et al.</i> , inéd.
<b><i>P. ultimum</i> var. <i>sporangiferum</i></b>	<i>Poligala myrtifolia</i> (poligala)	Pod. de raíces	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011d
<b><i>Pythium</i> sp. nov. 1</b> ( <i>P. saltensis</i> sp. nov.)	<i>Capsicum annuum</i> (pimiento)	Marchitamiento y Pod. de raíces	Sal	Palmucci <i>et al.</i> , 2013a
<b><i>Pythium</i> sp. nov. 2</b>	<i>Schlumbergera truncata</i> (zygocactus)	Pod. de raíces	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2012
<b><i>Phy. chamaezyphon</i></b>	<i>Rhododendron indicum</i> (azalea)	Pod. de raíces	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2013b

## 6. EL GÉNERO *PHYTOPHTHORA* EN LA ARGENTINA

El género *Phytophthora* es uno de los principales grupos de fitopatógenos en el mundo. Afecta gran variedad de plantas: cereales, forestales, forrajes, frutales, hortícolas, industriales, ornamentales y palmeras.

En la Argentina ocasionó enfermedades que provocaron importantes pérdidas económicas en cultivos de: *Capsicum annuum* (pimiento), *Citrus* spp., *Fragaria ananassa*, *Glycine max* (soja), *Pyrus communis*, *Solanum tuberosum* (papa) y miembros de Cucurbitaceae.

La Tabla 7 muestra el listado de especies de *Phytophthora* que afectan plantas en Argentina, los hospedantes, síntomas asociados, localización geográfica y citas bibliográficas de cada registro. Como se ha trabajado más con este género, dado el grado de patogenicidad de las especies, las publicaciones o presentaciones a Congresos son más numerosas que en *Pythium*. Por tal motivo, además de la primera referencia sobre la aparición del patógeno en el país o Provincia, se citaron aquellos trabajos que se han destacado por la importancia de los aportes realizados y los que incluyeron por primera vez estudios moleculares para la identificación de la especie o mayor

conocimiento de las poblaciones. En esta Tabla y en relación con las citas incluidas en el artículo de Frezzi (1950), se destacaron las fechas del primer hallazgo de cada relación huésped-patógeno que fueron documentadas en dicho artículo. Se incluye la denominación actualizada de las especies.

**TABLA 6: ESPECIES PATÓGENAS DE *PHYTOPHTHORA* CITADAS EN ARGENTINA: RELACIÓN HOSPEDANTE-PATÓGENO, SÍNTOMAS Y LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.**

ESPECIES	HOSPEDANTES	SINTOMAS	PROV.	REFERENCIAS
<b><i>Ph. austrocedrae</i></b> Greslebin & Hansen	<i>Austrocedrus chilensis</i> (ciprés de la cordillera)	Lesiones necróticas en tallos y raíces. Declinamiento. Mal del ciprés	RN, Chu, Neu	Greslebin <i>et al.</i> , 2005*, 2007*; Greslebin & Hansen, 2010* ; Vélez <i>et al.</i> , 2012, 2013; La Manna, 2013
<b><i>Ph. boehmeriae</i></b> Sawada	<i>Citrus sinensis</i> (naranja dulce)	Pod. de frutos	Ctes	Frezzi, 1941, 1942; Frezzi 1950 **sp. nov. según <i>filogenia</i> molecular
	<i>Chamaelucium uncinatum</i> (flor de cera)	Pod. basal	BA	Wolcan & Lori, 2001. Reclasificada como <i>P. nicotianae</i> , Wolcan <i>et al.</i> , 2005; Palmucci <i>et al.</i> ; 2011 a, b*; 2013*
<b><i>Ph. cactorum</i></b> (Lebert & Cohn) Schroet.	<i>Citrus limon</i> (limonero)	Pod. morena de frutos	ER	Frezzi, 1950
			Juj	Bejarano & Catacata, 2009
	<i>Citrus limonia</i> Osbeck (Lima de Rangpur)	Pod. morena de frutos	ER	Frezzi, 1950
	<i>C. maxima=paradisi</i> (pomelo)	Pod. morena de frutos	BA	Frezzi 1949, <i>In</i> : Frezzi, 1950
	<i>Eucalyptus grandis</i>	Dieback	Ctes	Colombo <i>et al.</i> , 2011
	<i>Fatsia japonica</i> (aralia)	Muerte de plantas adultas, pod. radical y necrosis del tronco. Pod. basal	Cba	Frezzi 1947, <i>In</i> : Frezzi, 1950
	<i>Fragaria ananassa</i> (frutilla)	Pod. de raíces Pod. seca de frutos Pod. de corona	Ctes	Colombo 1993, Colombo <i>et al.</i> , 2001
			Juj	Alcoba <i>et al.</i> , 2005
			Tuc	Baino, 2008
			SF, BA	Mitidieri & Scandiani, 1989
	<i>Malus domestica</i> ( <i>Pyrus malus</i> ) (manzano)	Pod. de raíces y cuello	BA	Lindquist, 1938
			Cba	Frezzi 1942, <i>In</i> : Frezzi, 1950,
RN			Frezzi 1945, <i>In</i> : Frezzi, 1950; Bergna <i>et al.</i> , 1979; Rossini <i>et al.</i> , 1997	
Mza			Pontis & Feldman, 1960	
<i>Olea europaea</i> (olivo)	Pod. de raíces	Cat, LR, Mza, SJ	Velasco <i>et al.</i> , 1997	
		Juj	Alcoba <i>et al.</i> , 2005	
<i>Persea americana</i> (palto)	Pod. de raíces	Juj	Alcoba <i>et al.</i> , 2005	
<i>Prunus persica</i> (duraznero)	Pod. base de raíces y cuello	Juj	Alcoba <i>et al.</i> , 2005	

	<i>Pyrus communis</i> (peral)	Pod. del cuello y gomosis del tronco	RN	Frezzi, 1946, <i>In</i> : Frezzi, 1950; Bergna <i>et al.</i> , 1979; Bergna 1983, 1985; Rossini <i>et al.</i> , 1997; Dobra <i>et al.</i> , 2007
			Juj	Alcoba <i>et al.</i> , 2005
			Mza	Feldman & Gracia, 1981
			Neu	Rossini <i>et al.</i> , 1997
<b><i>Ph. cambivora</i></b> (Petri) Buisman	<i>Austrocedrus chilensis</i> (ciprés de la cordillera)	Aislado de suelo asociado a árboles con Mal del ciprés	Chu, RN, Neu	Greslebin <i>et al.</i> , 2005*
<b><i>Ph. capsici</i></b> Leonian	<i>Asparagus officinalis</i> (esparrago)		Mza	Velasco & Camargo, 1994
	<i>Capsicum annuum</i> (pimiento)	Damping-off. Pod. de raíces, cuello y frutos, tizón	BA	Lindquist, 1932; Marchionatto, 1933 FF; Godoy, 1940; Carrera 1932 RF, 1942; Frezzi, 1950; Mitidieri & Pollack, 2005; Palmucci <i>et al.</i> , 2011 a, b*; Iribarren <i>et al.</i> , 2012 a*, b*, 2013*
			Cba	Carrera, 1941 a FF; Frezzi, 1942 <i>In</i> : Frezzi, 1950
			Cha	Bonacic Krecic & Campagnat, 1982
			Tuc	Traversi, 1948 FF
			Juj	Godoy, 1940; Alcoba <i>et al.</i> , 2005
			Ctes	Colombo, 1988; Mazzanti de Castañon, 1972
			Cat	Raggi, 1945 FF
			LR	Carrera, 1940 FF
			LP	Vitoria, 1941 FF
			Sal	Godoy 1940
			SL	Carranza, 1945 RF
			SJ	Oriolani & Gatica, 1980
			SF	Herzog & Rista, 1989
			Fsa	Mazzanti de Castañon <i>et al.</i> , 1994; Bonacic Krecic & Campagnat, 1982
	Mza	Pontis, 1945; Godoy, 1939 <i>In</i> : Feldman & Pontis, 1960; Godoy, 1940; Bergna, 1963; Oriolani & Gatica, 1980; Roig <i>et al.</i> , 2009		
	RN, Neu	Bergna, 1963; Rossini <i>et al.</i> , 1992		
	Neu	Cipolla, 1948 a FF		
	<i>Cucurbita</i> spp.	Pod. de raíces cuello y frutos	BA	Mitidieri, 1976; Kiehr <i>et al.</i> , 1996; Iribarren <i>et al.</i> , 2012b*
	<i>Cucumis sativus</i> (pepino)	Pod. de raíces cuello y frutos	Cba	Frezzi, 1947 <i>In</i> : Frezzi, 1950
			RN, Neu	Rossini <i>et al.</i> , 1992
<i>Cucurbita pepo</i> (zapallo de Angola)	Pod. de raíces cuello y frutos	Cba	Frezzi, 1950	
		RN, Neu	Rossini <i>et al.</i> , 1992	
<i>C. maxima</i> var. <i>zapallito</i> (zapallito de tronco)	Necrosis en hojas, pecíolos, frutos. Pod. de raíces, cuello y frutos	Mza	Pontis, 1945; Felman & Pontis, 1960	
		Cba	Frezzi, 1946-1948 <i>In</i> : Frezzi, 1950	
		RN, Neu	Rossini <i>et al.</i> , 1992.	
		BA	Vigliola & Calot, 1982; Kiehr <i>et al.</i> , 1996; Iribarren <i>et al.</i> , 2012 a*	
<i>C. moschata</i> (zapallo anquito)	Necrosis en hojas, pecíolos, frutos. Pod. de raíces, cuello y frutos	Cba	Frezzi, 1950,	
		RN, Neu	Rossini <i>et al.</i> , 1992	
		BA	Palmucci <i>et al.</i> , inéd.	

	<i>C. maxima</i> subsp. <i>maxima</i> (zapallo)	Necrosis en hojas, peciolo, frutos, semillas	Cba	Frezzi 1945 <i>In</i> : Frezzi, 1950, 1977
			Mza	Oriolani & Gatica, 1980; Velasco, 1981
			SJ	Oriolani & Gatica, 1980
			RN, Neu	Rossini <i>et al.</i> , 1992
	<i>C. pepo</i> subsp. <i>pepo</i> (zapallo, zucchini)	Pod. blanca. Necrosis en hojas, peciolo y frutos	RN, Neu	Rossini <i>et al.</i> , 1992
			BA	Iribarren <i>et al.</i> , 2012 a*
	<i>Cucumis melo</i> subsp. <i>melo</i> (melón)	Pod. de raíces, cuello y frutos	RN, Neu, Mza	Rossini <i>et al.</i> , 1992; Velasco & Perinetti, 1990
	<i>Ficus carica</i> (higo)	Pod. del fruto	Juj	Alcoba <i>et al.</i> , 2005
	<i>Phaseolus lunatus</i> (poroto manteca)	Necrosis de ramas, frutos y granos	Cba	Frezzi 1947 <i>In</i> : Frezzi, 1950.
	<i>Solanum lycopersicum</i> (tomate)	Damping-off, Pod. de frutos	Mza	Frezzi 1948 <i>In</i> : Frezzi, 1950, Pontis, & Feldman, 1958; Felman & Pontis, 1960
			Ctes	Colombo & Obregón, 2009
			SJ	Oriolani & Gatica, 1980
			BA	Iribarren, 2012 c*
	<i>Philodendron scandens</i> subsp. <i>oxycardium</i> (filodendro)	Manchas foliares	RN, Neu	Rossini <i>et al.</i> , 1992
Ctes			Cúdom & Cabrera, 2004	
Cba			Frezzi 1949 <i>In</i> : Frezzi, 1950	
BA			Iribarren, 2012 d*	
<i>Solanum melongena</i> (berenjena)	Pod. de raíces, cuello y frutos	Mza	Velasco & Pontis, 1977	
		RN, Neu	Rossini <i>et al.</i> , 1992	
<b>Ph. cinnamomi</b> Rands	<i>Actinidida deliciosa</i> (kiwi)	Pod. basal	BA	Palmucci <i>et al.</i> (iné.)
	<i>Calycanthus floridus</i> (calicanto)	Pod. radical y del tronco	Cba	Frezzi 1946 <i>In</i> : Frezzi, 1950
	<i>Casuarina</i> sp.	Cancros en tallo y cuello	BA	Frezzi 1952 <i>In</i> : Frezzi, 1977
	<i>Casuarina cunninghamiana</i>	Pod. basal y de raíces, cancos	ER	Palmucci <i>et al.</i> , 2008 a* Palmucci <i>et al.</i> , 2011 a, b*
			BA (Delta)	Bakarcic, 1961
	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Infección artificial Pod basal y de raíces, cancos	BA (Delta)	Bakarcic, 1961
	<i>Casuarina glauca</i>	Infección artificial Más resistentes, sólo necrosis, desde el cambium a la corteza	BA (Delta)	Bakarcic, 1961
	<i>Casuarinas collina</i>	Infección artificial Más resistentes, sólo necrosis, desde el cambium a la corteza	BA (Delta)	Bakarcic, 1961
	<i>Castanea sativa</i> (castaño)	Pod. basal y de raíces, tejidos ennegrecidos	BA	Marchionatto, 1953
	<i>Cupressus</i> sp. (ciprés)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi 1946 <i>In</i> : Frezzi, 1950
	<i>Echeveria gibbiflora</i> (lengua de vaca)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi 1949 <i>In</i> : Frezzi, 1950
	<i>Eucalyptus rostrata</i> (eucalipto)	Pod. de raíces. Necrosis en hojas y ramitas	Cba	Frezzi 1948 <i>In</i> : Frezzi, 1950
	<i>Iresine</i> sp. (aquiranto rojo)	Pod. de raíces. Lesiones en hojas	Cba	Frezzi 1949 <i>In</i> : Frezzi, 1950
	<i>Juglans regia</i> (nogal)	Pod. de cuello	Juj	Alcoba <i>et al.</i> , 2005
<i>Ligustrum lucidum</i> (ligustro)	Pod. de raíces y cuello	Cba	Frezzi 1949 <i>In</i> : Frezzi, 1950	

	<i>Persea americana</i> (palto)	Pod. de raíces. y cuello	Cba	Frezzi 1954 <i>In</i> : Frezzi, 1977; Frezzi 1951 <i>In</i> : Frezzi 1977
			Sal, Juj	Frezzi, 1952
			Tuc. Juj	Vazquez de Ramallo, 1978; Flores <i>et al.</i> , 2006
			Juj	Alcoba <i>et al.</i> , 2005
	<i>Phaseolus lunatus</i> (poroto manteca)	Necrosis de vainas y granos	Cba	Frezzi, 1950
	<i>Pinus radiata-insigne</i>	Pod. de raíces	Cba	Frezzi 1946 <i>In</i> : Frezzi, 1950
			BA-Delta	Bakarcic, 1961
	<i>Pittosporum tobira</i> (azarero)	Necrosis en hojas y ramitas	Cba	Frezzi 1948 <i>In</i> : Frezzi, 1950
	<i>Platanus orientalis</i> (plátano)	Cancros en tallos	BA	Frezzi 1949 <i>In</i> : Frezzi, 1950; Bakarcic, 1951
	<i>Prunus persica</i> (duraznero)	Pod. de raíces y cuello	BA	Frezzi 1952 <i>In</i> : Frezzi, 1977; Bakarcic, 1961
	<i>Quercus robur</i> (roble)		BA-Delta	Bakarcic, 1961
	<i>Rhododendron</i> sp.	Podredumbre de raíces y necrosis del tallo	BA	Frezzi 1949 <i>In</i> : Frezzi 1950
	<i>Rhododendron indicum</i> (azalea)	Podredumbre de raíces y necrosis del tallo	BA	Frezzi 1949 <i>In</i> : Frezzi, 1950 Palmucci <i>et al.</i> , 2011 a, b *
	<i>Salix caprea</i> (sauc japonés)	Pod. de raíces y necrosis del tallo	Cba	Frezzi 1947 <i>In</i> : Frezzi, 1950
	<i>Schinus molle</i> (aguaribay)	Podredumbre radical. Necrosis de hojas y ramitas	Cba	Frezzi 1948 <i>In</i> : Frezzi, 1950
	<i>Sedum</i> sp.	Pod. de raíces. Necrosis de hojas y ramitas	Cba	Frezzi 1948 <i>In</i> : Frezzi, 1977
<i>Solanum lycopersicum</i> (tomate)	Pod. de frutos	Cba	Frezzi 1949 <i>In</i> : Frezzi, 1977	
<i>Spiraea cantoniensis</i> (corona de novia)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi 1947 <i>In</i> : Frezzi, 1950	
<i>Rubus idaeus</i> (frambuesa)	Pod. de raíces y cuello	BA	Paganini, 2004	
<i>Thuja</i> sp. (tuya)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi 1946 <i>In</i> : Frezzi, 1950	
<i>Vaccinium corymbosum</i> (arándano)	Pod. de corona y raíces	Sal.	Hongn <i>et al.</i> , 2003; Hongn, 2005	
		Tuc	Hongn <i>et al.</i> , 2003; Hongn, 2005 ; Palmucci <i>et al.</i> , 2011a, b*	
<b>“Complejo <i>Ph. citricola</i> “</b> Sawada (Syn: <i>Ph. cactorum</i> (Leb. & Cohn) Schroet. var. <i>applanata</i> Chest.)	<i>Brachycthiton populneum</i> (brachichito)	Necrosis apical	Cba	Frezzi 1949 <i>In</i> : Frezzi, 1950
	<i>Populus alba</i> (álamo plateado)	Lesions necróticas en hojas cercanas al suelo	Cba	Frezzi 1951 <i>In</i> : Frezzi, 1977
	<i>Schinus molle</i> (aguaribay)	Pod. de raíces y necrosis del tallo, hojas y ápice de plantas en maceta.	Cba	Frezzi 1947 <i>In</i> : Frezzi, 1950
<b><i>Ph. citrophthora</i></b> (R.E. Sm. & E.H. Sm.) Leonian	<i>Acer negundo</i> (acer)	Pod. de cuello y tronco	Cba	Frezzi, 1946 <i>In</i> : Frezzi, 1950
	<i>Araucaria angustifolia</i> (araucaria)	Necrosis apical y de ramitas, muerte de plantas de vivero	Cba	Frezzi, 1943 <i>In</i> : Frezzi, 1950
	<i>Antirrhinum majus</i> (conejo)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi, 1953 <i>In</i> : Frezzi, 1977
	<i>Bauhinia forficata</i> (= <i>B. candicans</i> ) (falsa caoba)	Pod. de raíces, plantas de 1 año	Cba	Frezzi, 1947 <i>In</i> : Frezzi, 1950
	<i>Bignonia</i> sp. (bignonia)	Pod. de raíces y tallo	Cba	Frezzi, 1956 <i>In</i> : Frezzi, 1970

<i>Brachychiton acerifolia</i> (brachichito)	Pod. de raíces con muerte de plantas de 2 años	Cba	Frezzi, 1947 <i>In:</i> Frezzi, 1950
<i>B. populneum</i> (brachichito)	Pod. de raíces y necrosis del tallo, muerte de plantas de 2 años	Cba	Frezzi, 1947 <i>In:</i> Frezzi, 1950
<i>Capsicum annuum</i> (pimiento)	Pod. de raíces y del fruto. Pod. basal, muerte de plantas gdes. Damping off	Cba	Frezzi, 1943 <i>In:</i> Frezzi, 1950;
		Mza	Feldman 1976 <i>In:</i> Frezzi, 1977; Felman & Gracia, 1979
		Sal	Frezzi, 1952 <i>In:</i> Frezzi, 1977
<i>C. pubescens</i> (pimiento rocoto)	Pod. de raíces y necrosis del tallo, muerte de plantas gdes.	Cba	Frezzi, 1949 <i>In:</i> Frezzi, 1950
<i>Castanea sativa</i> (castaño)	Pod. de raíces en viveros	Mza	Frezzi 1955 <i>In:</i> Frezzi, 1977
<i>Catharanthus roseus</i> ( <i>Lochnera rosea</i> = <i>Vinca rosea</i> ) (vinca)	Necrosis apical y Pod. radical	Cba	Frezzi 1947 <i>In:</i> Frezzi 1950
<i>Celtis australis</i> (tala)	Pod. de raíces y del cuello	Cba	Frezzi, 1942 <i>In:</i> Frezzi, 1950
<i>Cicer arietinum</i> (garbanzo)	Pod. radical	Cba	Frezzi, 1946 <i>In:</i> Frezzi, 1950
<i>Citrus aurantifolia</i> (lima dulce, limón sutil)	Pod. del pie o gomosis, Pod. morena de frutos Damping off	Cba	Frezzi, 1943 <i>In:</i> Frezzi, 1950
		Ctes	Frezzi, 1941 <i>In:</i> Frezzi 1950; Frezzi, 1942; Mazanti de Castañón, 1972
<i>C. limon</i> (limonero común)	Damping off, Pod. del pie, gomosis, Pod. morena de frutos	Ctes	Frezzi, 1939 <i>In:</i> Frezzi 1950; Frezzi, 1940; Frezzi, 1942
		Cba	Frezzi 1950 <i>In:</i> Frezzi 1977
		Tuc	Stein & Torres Leal, 1991
		ER	Cipolla, 1948 b FF ; Frezzi 1950
		BA	Marchionatto 1948 ; Carranza 1954 RF
<i>C. limetioides</i> (lima dulce, lima de Persia)	Damping-off, Pod. morena de frutos	Ctes	Frezzi, 1942; Frezzi, 1941 <i>In:</i> Frezzi 1950; Mazanti de Castañón, 1972
		Tuc	Frezzi, 1940
		Cba	Frezzi & Mácola, 1945
<i>Citrus jambhiri</i> (limonero rugoso)	Damping-off	Ctes	Frezzi 1941 <i>In:</i> Frezzi, 1950; Mazanti de Castañón, 1972
<i>C. sinensis</i> (naranja dulce)	Damping off, Pod. del pie	Ctes	Frezzi, 1938; Frezzi, 1940; Frezzi, 1942; Frezzi, 1939 <i>In:</i> Frezzi 1950
		Cba	Frezzi 1942 <i>In:</i> Frezzi, 1950; Frezzi & Mácola. 1945.
		BA	Frezzi 1960 <i>In:</i> Frezzi, 1977
		Tuc	Frezzi 1967 <i>In:</i> Frezzi 1977;
		Ctes	Mazanti de Castañón, 1972
		Sal	Frezzi, 1944 <i>In:</i> Frezzi 1950; Cipolla, 1948 c FF
<i>C. aurantium</i> (naranja agrio)	Tizón gomoso de ramitas Pod. morena de frutos	Ctes	Frezzi 1939 <i>In:</i> Frezzi 1950; Frezzi, 1940, 1942; Mazanti de Castañón, 1972
<i>C. nobilis</i> (mandarino)	Pod. morena de frutos	Ctes	Frezzi, 1940 <i>In:</i> Frezzi 1950
<i>C. paradisi</i> (pomelo)	Pod. morena de frutos	Ctes	Frezzi, 1940 <i>In:</i> Frezzi 1950; Frezzi, 1942; Mazanti de Castañón, 1972
		Cba	Frezzi 1951 <i>In:</i> Frezzi 1977
		BA	Frezzi 1960 <i>In:</i> Frezzi 1977
		Tuc	Frezzi, 1940
<i>C. reticulata</i> var. <i>austera</i> (lima de Rangpur)	Pod. morena de frutos	Ctes	Frezzi, 1941 <i>In:</i> Frezzi 1950; Frezzi, 1942

<i>C. reticulata</i> (mandarino oneco)	Pod. morena de frutos Damping off	Ctes	Frezzi, 1940 <i>In:</i> Frezzi 1950; Marchionatto, 1948; Mazanti de Castañón, 1972
		ER	Marchionatto, 1948
		Sal	Alcoba <i>et al.</i> , 2005
		BA	Marchionatto, 1948
<i>Clerodendron</i> sp. (clerodendro, jazmín de Arabia)	Lesiones necróticas en hojas	Cba	Frezzi 1949 <i>In:</i> Frezzi 1950
<i>Cucumis sativum</i> (pepino)	Pod. de frutos	Cba	Frezzi 1948 <i>In:</i> Frezzi 1950
<i>Cucurbita</i> sp. (zapallo)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi 1944 <i>In:</i> Frezzi, 1950
<i>Cucurbita</i> sp. (zapallito de tronco)	Pod. de raíces, necrosis de hojas y peciolo	Cba	Frezzi 1946 <i>In:</i> Frezzi, 1950
		Sal	Frezzi 1953 <i>In:</i> Frezzi 1977
		BA	Mitidieri, 1976
<i>Dianthus caryophyllus</i> (clavel)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi 1949 <i>In:</i> Frezzi, 1950
<i>D. sinensis</i> (clavelina)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi 1949 <i>In:</i> Frezzi, 1950
<i>Fagara coco</i> (cocotero)	Necrosis apical, lesiones en hojas y tallos	Cba	Frezzi 1947 <i>In:</i> Frezzi, 1950
<i>Ficus carica</i> (higuera)	Necrosis en hojas	Cba	Frezzi 1943 <i>In:</i> Frezzi, 1950
<i>Fragaria vesca</i> (frutilla silvestre)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi 1950 <i>In:</i> Frezzi, 1977
<i>Fortunella</i> sp. (kumquat)	Necrosis de brotes cercanos al suelo.	Cba	Frezzi 1959 <i>In:</i> Frezzi, 1977
<i>Gloxinia</i> sp. (gloxinia)	Tizón del tallo y hojas	Argentina	Marchionatto, 1950
<i>Gomphrena</i> sp. (siempre viva)	Pod. radical y muerte de plantas.	Cba	Frezzi 1947 <i>In:</i> Frezzi, 1950
<i>Hedera helix</i> (hiedra)	Necrosis del tallo	Cba	Frezzi 1949 <i>In:</i> Frezzi, 1950
<i>Juglans nigra</i> (nogal negro)	Necrosis de hojas y peciolo en plantas de 1 año	Cba	Pontis, 1941; Frezzi 1948 <i>In:</i> Frezzi, 1950; Alcoba <i>et al.</i> , 2005
<i>Juglans regia</i> (nogal europeo)	Necrosis de hojas y peciolo en plantas de 1 año	Cat	Pontis, 1941; Carrera, 1951 RF
		Juj	Alcoba <i>et al.</i> , 2005
		Mza	Pontis, 1941; Frezzi 1947, <i>In:</i> Frezzi 1950; Felman & Pontis, 1960
		SJ	Pontis, 1941
		LR	Pontis, 1941; Carrera, 1947 RF
		BA	Marchionatto, 1948
RN	Bergna, 1963		
<i>Laurus nobilis</i> (laurel)	Necrosis de hojas y tizón de ramitas	Cba	Frezzi 1961 <i>In:</i> Frezzi 1977
<i>Magnolia grandiflora</i> (magnolia)	Necrosis de ramitas y brote apical	Cba	Frezzi 1947 <i>In:</i> Frezzi 1950
<i>Melia azedarach</i> (paraíso)	Necrosis apical, defoliación y Pod. de raíces	Cba	Frezzi 1948 <i>In:</i> Frezzi 1950
<i>Nerium oleander</i> (laurel de flor)	Necrosis basal de retoños.	Cba	Frezzi 1956 <i>In:</i> Frezzi, 1977
<i>Olea europea</i> (olivo)	Marchitamiento, defoliación, Pod. de raíces	Mza	Lucero <i>et al.</i> , 2011*
<i>Petroselinum crispum</i> (perejil)	Necrosis de hojas y raíces	Cba	Frezzi 1958 <i>In:</i> Frezzi, 1977
<i>Pinus halepensis</i> (pino de Alepo)	Necrosis apical y de ramitas	Cba	Frezzi 1943 <i>In:</i> Frezzi 1950
<i>P. pinea</i> (pino piñonero)	Necrosis apical	Cba	Frezzi 1947 <i>In:</i> Frezzi 1950
<i>P. radiata</i> (pino insignie)	Necrosis apical y de ramitas	Cba	Frezzi 1947 <i>In:</i> Frezzi 1950
<i>Poncirus trifoliata</i> (naranja trifolio)	Damping-off	Ctes	Frezzi, 1950; Mazanti de Castañón, 1972
<i>Psidium guayaba</i> (guayaba)	Pod. de frutos	Cba	Frezzi 1953 <i>In:</i> Frezzi, 1977
<i>Populus simonii</i>	Pod. de raíces	Mza	Felman & Pontis, 1960
<i>Punica granatum</i> (granado)	Pod. de frutos	Cba	Frezzi 1955 <i>In:</i> Frezzi, 1977

	<i>Robinia pseudoacacia</i> (falsa acacia)	Pod. de raíces y del tronco	Cba	Frezzi 1947 In: Frezzi 1950
	<i>Ruta</i> sp. (ruda)	Pod. de raíces	Cba	Frezzi 1951 In: Frezzi, 1977
	<i>Salvia splendens</i> (coral)	Necrosis de ramas y Pod. de raíces	Cba	Frezzi 1947 In: Frezzi 1950
	<i>Solanum lycopersicum</i> (tomate)	Pod. de frutos	Cba	Frezzi 1948 In: Frezzi 1950
<b>Ph. cryptogea</b> Pethybr. & Laff	<i>Acer negundo</i> (acer)	Muerte de plantas grandes con pod. de raíces y cancro basal	Cba	Frezzi 1952 In: Frezzi, 1977
	<i>Actinidida deliciosa</i> (kiwi)	Pod. de raíces y corona	BA	Wolcan & Ronco, 2006; Palmucci <i>et al.</i> , 2011 a, b *
	<i>Allium cepa</i> (cebolla)	Damping off		Kiehr <i>et al.</i> , 2002
	<i>Callistephus chinensis</i> (reina margarita)	Pod. del cuello y raíces y muerte de plantas	Mza	Pontis & Feldman, 1959
			BA	Wolcan & Ronco, 2006
	<i>Gerbera jamesonii</i> (gerbera)	Pod. basal	BA	Wolcan & Ronco, 2006; Palmucci <i>et al.</i> , 2011 a, b*
	<i>Helianthus annuus</i> (girasol)	Pod. de raíces y cuello	BA	Kiehr <i>et al.</i> , 2002 Paoloni <i>et al.</i> , 2002
	<i>Ocimum basilicum</i> (albahaca)	Pod. basal	BA	Wolcan & Ronco, 2006
	<i>Prunus avium</i> (cerezo)	Decaimiento, amarillamiento del follaje	Mza	Lucero <i>et al.</i> , 2011
	<i>Populus simonii</i> (álamo)	Pod. de raíces y canchros en tronco	Mza	Frezzi, 1957.
	<i>Salvia officinalis</i> (salvia)	Pod. basal	BA	Wolcan & Ronco, 2006
<i>Solanum lycopersicum</i> (tomate)	Damping off	BA	Mitidieri, 1995	
<b>Ph. drechsleri</b> Tucker	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> (repollo)	Pod. de corona y raíces	BA	Iribarren <i>et al.</i> , 2012 e*
	<i>Capsicum annuum</i> (pimiento)	Pod. del fruto, necrosis del tallo	BA	Iribarren <i>et al.</i> , 2012 b*
	<i>C. plumosa</i> (celosia, amaranto plumoso)	Pod. de raíces y necrosis de tallos y ramas	Cba	Frezzi 1947 In: Frezzi, 1950
	<i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i> (piretro)	Pod. de raíces y base del tallo	Cba	Frezzi 1945 In: Frezzi, 1950
	<i>Coleus</i> spp. (coleus)	Muerte de plantas grandes con pod. de raíces	Cba	Frezzi 1949 In: Frezzi, 1950
	<i>Pelargonium zonale</i> (malvón)	Raíces necrosadas	Cba	Frezzi 1948 In: Frezzi, 1950
	<i>Salvia officinalis</i> (salvia)	Pod. de raíces	Mza	Klingner, 1969; Frezzi, 1977
	<i>Schinus molle</i> (aguaribay)	Necrosis de hojas y tallo	Cba	Frezzi 1948 In : Frezzi, 1950
	<i>Senecio cruentus</i> (cineraria)	Pod. de cuello y raíces	BA	Carranza, 1963
	<i>Solanum lycopersicum</i> (tomate)	Pod. de frutos verdes	Cba	Frezzi 1949 In: Frezzi, 1950
	<i>Solanum melongena</i> (berenjena)	Pod. frutos, necrosis tallos	BA	Iribarren <i>et al.</i> , 2012 b*
<b>Ph. fragariae</b> Hickman	<i>Fragaria x ananassa</i> (frutilla)	Enrojecimiento del cilindro central de las raíces	Juj	Alcoba <i>et al.</i> , 2005
			Tuc	Folquer, 1986
<b>Ph. infestans</b> (Mont.) de Bary	<i>Capsicum annuum</i> (pimiento)	Tizón tardío. Pod. de frutos.	BA	Prioletta, 2006.
	<i>Solanum melongena</i> (berenjena)	Pod. de frutos. Marchitamiento	Cita Región NOA	Ganem <i>et al.</i> , 1992.

	<i>S. lycopersicum</i> (tomate)	Tizón tardío. Pod. de frutos.	Juj	Godoy, 1941 FF; Alcoba <i>et al.</i> , 2005
			Cha	Bonacic Kresic & Campagnac, 1982
			SF	Carrera, 1945 RF
			BA	Frezzi, 1950; Jauch, 1954 FF; Carrera, 1958 RF, Mitidieri, 2005; Prioleta, 2006
			Ctes	Carrera, 1952 b RF; Mazanti de Catañón, 1972
			RN	Bergna, 1963; Colavita <i>et al.</i> , 2005
			Sal	Frezzi, 1950 <i>In</i> : Frezzi 1950
	<i>S. tuberosum</i> (papa)	Tizón tardío, mildiu	BA	Girola, 1898 (circular); Spegazzini, 1902; Marchionatto, 1932 RF, 1939; Offermann, 1939 FF; Frezzi 1942 <i>In</i> : Frezzi, 1950 ; Godoy, 1943
			ER	Cipolla, 1948 d
			Cha	Calderoni & Malamud, 1966
			SF	Hauman-Merck, 1915; Carrera, 1941b FF
			Cba	Frezzi, 1948 <i>In</i> :Frezzi, 1950
			Mis	Carrera, 1949 FF
			Juj	Alcoba <i>et al.</i> , 2005
RN			Pelayo, 1935 FF; Bergna, 1963; Colavita <i>et al.</i> , 2005	
Ctes			Mazanti de Catañón, 1972	
Mza			Feldman & Pontis, 1960; Oriolani & Gatica, 1980	
Cat			Schechaj, 1954	
<b><i>Ph. taxon kelmania</i></b> Abad & Abad	<i>Gerbera jamesonii</i> (gerbera)	Pod. basal y de raíces	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011 a, b*
	<i>Gypsophilla paniculata</i> (gisopila)	Pod. basal y de raíces	BA	Palmucci <i>et al.</i> , *inéd.
	<i>Actinidia deliciosa</i> (kiwi)	Pod. basal y de raíces	BA	Palmucci <i>et al.</i> , *inéd.
<b><i>Ph. lacustris</i></b> Brasier, Cacciola, Nechwatal, Jung & Bakonyi (ex <i>Ph. taxon</i> "Salixsoil")	<i>Pyrus communis</i> (peral)	Poscosecha, lesiones firmes en los frutos	RN, Neu	Dobra <i>et al.</i> , 2011*
<b><i>Ph. medicaginis</i></b> Hansen & Maxwel (Syn: <i>Ph. megasperma</i> f.sp. <i>medicaginis</i> Kuan & Erwin	<i>Medicago sativa</i> (alfalfa)	Pod. de raíces.	BA, SF	Hijano <i>et al.</i> , 1986; Basigalup, 1996
			Cba	Hijano, 1987; Hijano & Pérez Fernández, 1995; Gieco <i>et al.</i> , 2007
<b><i>Ph. megasperma</i></b> Drechsler	<i>Cicer arietinum</i> (garbanzo)	Pod. radical	Cba	Frezzi, 1950
	<i>Citrus lemon o limonia</i> (limón)	Pod. morena	BA	Lindquist, 1936 <i>In</i> : Frezzi, 1950

	<i>C. paradisi</i> (pomelo)	Pod. morena	BA	Frezzi, 1950
	<i>C. sinensis</i> (naranja dulce)	Pod. morena	Ctes	Frezzi, 1942; Mazanti de Castañón, 1972
<b><i>Ph. multivora</i></b> Scott & Jung	<i>Rhododendron</i> spp. (rododendro)	Manchas oscuras desde apice foliar	BA	Grijalba <i>et al.</i> , 2013*; Grijalba & Palmucci, 2014
<b><i>Ph. nicotianae</i></b> Breda de Haan (= <b><i>Ph. parasítica</i></b> )	<i>Begonia</i> sp. (nácar)	Lesiones necróticas en hojas	Cba	Frezzi, 1949 <i>In:</i> Frezzi, 1950
	<i>Bignonia</i> sp. (bignonia)	Pod. de raíces y tallo	Cba	Frezzi, 1956 <i>In:</i> Frezzi, 1977
	<i>Brachychiton populneum</i> (brachichito)	Pod. radical y necrosis del tallo	Cba	Frezzi, 1948 <i>In:</i> Frezzi, 1950
	<i>Callistephus chinensis</i> (reina margarita)	Pod. radical	Cba	Frezzi, 1947 <i>In:</i> Frezzi, 1950
	<i>Carthamus tinctorius</i> (falso azafrán)	Pod. radical	Cba	Frezzi, 1949 <i>In:</i> Frezzi, 1950
	<i>Celosia plumosa</i> (amaranto plumoso)	Pod. radical y necrosis del tallo	Cba	Frezzi, 1947 <i>In:</i> Frezzi, 1950
	<i>Catharanthus roseus</i> ( <i>Lochnera rosea</i> = <i>Vinca rosea</i> ) (vinca)	Necrosis apical y Pod. radical	Cba	Frezzi, 1950; Rivera <i>et al.</i> , 2000;
			BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011 a, b*
	<i>Citrus aurantium</i> (naranja agrio apepú)	Pod. del pie. Damping-off	Ctes	Frezzi, 1939 <i>In:</i> Frezzi 1950; Mazanti de Castañón, 1972
			Cba	Frezzi, 1942 <i>In:</i> Frezzi 1950
	<i>Citrus aurantifolia</i> (lima dulce)	Pod del pie, Pod morena de frutos, damping off	Ctes	Frezzi, 1938; Frezzi, 1937 <i>In:</i> Frezzi, 1950; Mazanti de Castañón, 1972
			BA	Frezzi, 1960 <i>In:</i> Frezzi, 1977
	<i>Citrus limettoides</i> (lima dulce, lima de Persia)	Damping off	Ctes	Frezzi, 1941 <i>In:</i> Frezzi, 1950, Mazanti de Castañón, 1972
<i>Citrus limon</i> (limonero)	Gomosis del tronco, Pod del pie, Pod morena de frutos	Ctes	Frezzi, 1938; Frezzi, 1937 <i>In:</i> Frezzi, 1950; Frezzi, 1940; Frezzi, 1942; Mazanti de Castañón, 1972	
		SE	Frezzi, 1948 <i>In:</i> Frezzi, 1950	
		Tuc	Frezzi, 1939 <i>In:</i> Frezzi, 1950; Frezzi, 1940	
		Sal	Frezzi, 1944 <i>In:</i> Frezzi, 1950	
		BA	Cipolla, 1948e FF; Carrera, 1952a FF; Frezzi, 1960 <i>In:</i> Frezzi, 1977	
		SF	Carrera, 1954 FF	
		Juj	Bejarano & Catacata, 2009	
<i>Citrus nobilis</i> (mandarino)	Pod del pie, Pod morena de frutos	Ctes	Frezzi, 1938; Frezzi, 1938 <i>In:</i> Frezzi, 1950; Frezzi, 1942	
		Cba	Frezzi, 1943 <i>In:</i> Frezzi, 1950; Frezzi & Mácola. 1945	
		BA	Frezzi, 1960 <i>In:</i> Frezzi, 1977	
<i>Citrus paradisi</i> (pomelo)	Pod basal y Pod morena de frutos	Ctes	Frezzi, 1938; Frezzi, 1942; Frezzi, 1950; Mazanti de Castañón, 1972	
<i>Citrus reticulata</i> var. <i>austera</i> (lima de Rangpur)	Pod basal y Pod morena de frutos.	Ctes	Frezzi, 1938 <i>In:</i> Frezzi, 1950; Mazanti de Castañón, 1972	
<i>Citrus sinensis</i> (naranja dulce)	Damping.off. Pod basal y Pod morena de frutos	Ctes	Fawcett, 1936; Frezzi, 1937 <i>In:</i> Frezzi, 1950; Frezzi, 1942; Mazanti de Castañón, 1972	
		Cba	Carrera, 1935 FF; Frezzi, 1938; Frezzi, 1942 <i>In:</i> Frezzi, 1950; Frezzi & Mácola. 1945	
		SE	Frezzi, 1948 <i>In:</i> Frezzi, 1950	
		Sal	Frezzi, 1952 <i>In:</i> Frezzi, 1977	
<i>Chamelaucium uncinatum</i> (flor de cera)	Pod basal y de raíces	BA	Wolcan <i>et al.</i> , 2005; Palmucci <i>et al.</i> , 2013*	
<i>Cryptomeria japonica</i> (cryptomeria)	Necrosis apical	Cba	Frezzi, 1947 <i>In:</i> Frezzi, 1950	
<i>Cucumis melo</i> (melón)	Damping off, Pod de frutos	Cba	Frezzi, 1947 <i>In:</i> Frezzi, 1950	
		BA	Mitidieri, 1973 <i>In:</i> Frezzi, 1977	

<i>Cucurbita</i> sp. (zapallito de tronco)	Pod de frutos	BA	Mitidieri, 1973
<i>Dianthus caryophyllus</i> (clavel)	Pod radical	Cba	Frezzi, 1944 <i>In:</i> Frezzi, 1950
<i>Dianthus sinensis</i> (clavelina)	Pod radical	Cba	Frezzi, 1949 <i>In:</i> Frezzi, 1950
<i>Diefembachia picta</i> (difenbaquia)	Pod basal y de raíces	BA	Grijalba <i>et al.</i> , 2007, 2008*; Palmucci <i>et al.</i> , 2011 a*, b, c*
<i>Equinocactus</i> sp. (cactus erizo)	Necrosis de raíces y cuello	Cba	Frezzi, 1953 <i>In:</i> Frezzi, 1977
<i>Eucalyptus viminalis</i> (eucalipto)	Necrosis apical	Cba	Frezzi, 1949 <i>In:</i> Frezzi, 1950; Merlo, 1981
<i>Fragaria</i> sp. (frutilla)	Muerte de pl. adultas	Ctes	Frezzi, 1940, 1941 <i>In:</i> Frezzi, 1950
<i>Fucsia</i> sp. (aljaba)	Pod. radical	Cba	Frezzi, 1947 <i>In:</i> Frezzi, 1950
<i>Gypsophila paniculata</i> (gipsofila)	Pod. basal y radical	BA	Wolcan <i>et al.</i> , 2007
<i>Hedera helix</i> (hiedra)	Lesiones necróticas en hojas	Cba	Frezzi, 1949 <i>In:</i> Frezzi, 1950
<i>Heliotropium peruvianum</i> (heliotropo)	Lesiones necróticas en hojas	Cba	Frezzi, 1948 <i>In:</i> Frezzi, 1950
<i>Hebe speciosa</i> (hebe)	Pod basal y radical	BA	Grijalba & Palmucci, inéd.*
<i>Hibiscus cannabís</i> (kenaf)	Tizón del tallo	Sal	Vecchietti & Zapata, 2005
<i>Impatiens balsamina</i> (brinco)	Necrosis de ramas. Pod radical	Cba	Frezzi, 1948 <i>In:</i> Frezzi, 1950
<i>Ipomea batatas</i> (batata)	Pod. de raíces	BA	Frezzi, 1977
<i>Magnolia grandiflora</i> (magnolia)	Necrosis apical y de tallo	Cba	Frezzi, 1947 <i>In:</i> Frezzi, 1950
<i>Melia azedarach</i> (paraíso sombrilla)	Necrosis apical y de tallo	Cba	Frezzi, 1947 <i>In:</i> Frezzi, 1950
<i>Nerium oleander</i> (laurel rosa)	Necrosis del cuello	Cba	Frezzi, 1956 <i>In:</i> Frezzi, 1977
<i>Nicotiana tabacum</i> (tabaco)	Cuello negro	Sal, Juj	Castelló, 1986
<i>Oncidium</i> sp. (orquidea patito)	Necrosis base de hojas	Cba	Frezzi, 1958 <i>In:</i> Frezzi, 1977
<i>Phaseolus lunatus</i> (poroto manteca)	Necrosis de vaina y grano verde	Cba	Frezzi, 1947 <i>In:</i> Frezzi, 1950
<i>Phaseolus vulgaris</i>		Sal	Alcoba <i>et al.</i> , 2005
<i>Pinus halepensis</i> (pino)	Pod. radical	Cba	Frezzi, 1945 <i>In:</i> Frezzi, 1950
<i>Punica granatum</i> (granado)	Lesiones necróticas en hojas	Cba	Frezzi, 1949 <i>In:</i> Frezzi, 1950
<i>Primula obconica</i> (primula)	Pod del cuello y raíces	BA	Palmucci <i>et al.</i> , inéd.
<i>Rheum rhaponticum</i> (ruibarbo)	Pod del cuello	BA	Lindquist, 1935 RF
<i>Ricinus communis</i> (castor)	Tizón de hojas.	Tuc	Vazquez de Ramallo, 1989
<i>Salvia splendens</i> (coral)	Necrosis de ramas y Pod. radical	Cba	Frezzi, 1947 <i>In:</i> Frezzi, 1950
<i>Schinus molle</i> (aguaribay)	Necrosis apical de brotes y ramas	Cba	Frezzi, 1947 <i>In:</i> Frezzi, 1950
<i>Sesamum indicum</i> (sésamo)	Pod. radical	Cba	Frezzi, 1943 <i>In:</i> Frezzi, 1950
<i>Simmondsia chinensis</i> (jojoba)	Necrosis del cuello, marchitamiento	LR	Lucero <i>et al.</i> , 2006
<i>Solanum lycopersicum</i> (tomate)	Pod. de frutos	Cba	Frezzi, 1949 <i>In:</i> Frezzi, 1950
		BA	Iribarren <i>et al.</i> , 2014*
<i>Solanum melongena</i> (berenjena)	Pod. de frutos	Cba	Frezzi, 1947 <i>In:</i> Frezzi, 1950;
		BA	Iribarren <i>et al.</i> , 2014*
<i>Tradescantia virginiana</i> (tradescantia)	Pod. radical y necrosis de hojas	Cba	Frezzi, 1947 <i>In:</i> Frezzi, 1950

	<i>Schlumbergera truncata</i> (Santa Teresita)	Pod. de cladodios y raíces	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2012*
<b><i>Ph. palmivora</i></b> (E.J. Butler) E.J. Butler	<i>Brachychiton populneum</i> (braquiquito)	Pod. de raíz	Cba	Frezzi 1946 <i>In</i> : Frezzi 1950
	<i>Chamaedorea elegans</i> (palmera de salón)	Mancha foliar	Ctes	Cúndom <i>et al.</i> , 2006
	<i>Chamaerodea</i> spp. (palmera)	Mancha foliar	Cha, Ctes	Cúndom <i>et al.</i> , 2004
	<i>Citrus limon</i> (limonero)	Pod. morena	Cba	Frezzi & Mácola, 1943
	<i>Citrus sinensis</i> (naranja dulce)	Pod. del pie Pod. morena	Cba	Frezzi 1942 <i>In</i> : Frezzi 1950; Frezzi & Mácola, 1943 (naranja de ombligo)
			Mis	Fawcett, 1937 <i>In</i> : Fawcett & Bitancourt, 1940
	<i>Eucalyptus viminalis</i> (eucalipto)	Damping off	Argentina	Sarasola & Sarasola, 1959
	<i>Ficus carica</i> (higuera)	Pod. del fruto	Tuc	González <i>et al.</i> , 1997, 1998
	<i>Olea europea</i> (olivo)	Pod. de raíces, die-back Marchitamiento	Cat, SJ, LR	Prioletta, 2006; Lucero <i>et al.</i> , 2007*
<i>Phoenix dactylifera</i> (palmera datilera)	Damping off	Cba	Carrera, 1954 FF	
<b><i>Ph. sojae</i></b> Kaufm. & Gerd.	<i>Glycine max</i> (soja)	Pod. de raíces y base del tallo	Tuc, Sal	Plopper <i>et al.</i> , 1998, 1999; Barreto <i>et al.</i> , 1998 c; Distéfano de Vallone <i>et al.</i> , 1999
			BA	Martinez & Ivancovich, 1979; Barreto <i>et al.</i> , 1991, 1995, 1998 a,b, c; Gally <i>et al.</i> , 1999, 2007*; Distéfano de Vallone <i>et al.</i> , 1999; Palmucci <i>et al.</i> , 2011 a, b*; Grijalba, <i>et al.</i> , 2011*; Grijalba & Ridaó, 2013*, Grijalba <i>et al.</i> , 2014*
			Cba	Barreto <i>et al.</i> , 1997, 1998 c, 2005; Distéfano de Vallone <i>et al.</i> , 1999
			Cha	2005-2006 <i>In</i> : Cabrera <i>et al.</i> , 2009
			SF	Barreto <i>et al.</i> , 1994; 1997; 1998c; 2005; Barreto & Vallone 1997; Botta, 1997; Gally <i>et al.</i> , 1999, Distéfano de Vallone <i>et al.</i> , 1999
			ER	Barreto <i>et al.</i> , 1994, 1997; Botta 1997; Distéfano de Vallone <i>et al.</i> , 1999
<b><i>Ph. syringae</i></b> <i>Klebahn</i>	<i>Citrus limon</i> (limonero)	Pod. morena de frutos	BA	Frezzi, 1950
	<i>Citrus sinensis</i> (naranja dulce)	Pod. morena de frutos	BA ER	Frezzi, 1950 Pereda, 1955 FF

\* Indica que en la identificación se utilizaron técnicas moleculares. \*\* *Ph. boehmeriae* fue reclasificada como *Ph. nicotianae* (Wolcan *et al.*, 2005; Palmucci *et al.*, 2013).

**Aclaraciones:** *Ph. cactorum* var. *applanata*, indicada así por Frezzi en su obra de 1950, es considerada posteriormente sinónimo de *Ph. citricola* Sawada.

Para las especies identificadas recientemente: *Ph. austrocedrae*, *Ph. taxon kelmania*, *Ph. lacustris* y *Ph. multivora* se indican todas las publicaciones.

*Ph. cactorum* fue aislada por primera vez en 1936 por Lindquist en Buenos Aires, de plantas afectadas de manzano (Lindquist, 1938) y en 1937 de frutos de limón en Entre Ríos por Fawcett (1940). Se consideró la primera cita publicada, aunque reconociendo que la enfermedad ya estaba en la región tal como lo manifestó en su publicación Fawcett (1940).

*Ph. citrophthora*: Según Frezzi (1950) fue hallada por Frezzi en 1940. Sin embargo se halló una cita de Frezzi anterior (Frezzi, 1938).

*Ph. nicotianae*: la primera cita publicada, tal como surge de esta revisión, corresponde a un registro fitopatológico de Lindquist (1935) en la Provincia de Buenos Aires. Frezzi (1950) refiere que Fawcett en 1916 mencionó la presencia de esta especie (Fawcett, 1936). Estudios sobre su importancia, características y patogenicidad fueron efectuados por Frezzi (1938). Ante estas evidencias se estableció como primera cita la reportada por Lindquist (1935).

La información aportada por la Tabla 6, permite establecer la cronología de aparición de las especies de *Phytophthora* en el país:

La primera especie reportada por Spegazzini fue *Phytophthora infestans* en 1901, infectando a *Solanum tuberosum* en la Provincia de Buenos Aires. Sin embargo, aunque la cita referida por Spegazzini, corresponde a Girola (1901), se halló una referencia anterior de Girola (1898), que corresponde a una Circular Interna del Ministerio de Agricultura de la Nación.

Hasta 1977, se identificaron 12 especies: *Ph. infestans* (Spegazzini, 1902) causando tizón tardío en *Solanum tuberosum* (papa), en la Provincia de Buenos Aires; *Ph. capsici* (Lindquist, 1932) en Buenos Aires, provocando *damping off*, podredumbre de raíces, cuello y frutos en pimiento; *Ph. nicotianae* (Lindquist, 1935) aislada de *Rheum rhaponticum* (ruibarbo) con podredumbre del cuello; *Ph. megasperma* (Lindquist, 1936, In: Frezzi 1950) en *Citrus lemon* o *limonia* (limón) con *podredumbre morena* en la Provincia de Buenos Aires; *Ph. palmivora* (Fawcett, 1937, In: Fawcett & Bitancourt, 1940) en Misiones en plantas de *Citrus sinensis* (naranja dulce) con síntomas de *podredumbre del pie* y *podredumbre morena*; *Ph. cactorum* (Lindquist, 1938) causando *podredumbre de raíces y cuello* en *Malus domestica* (*Pyrus malus*) en Buenos Aires, y una variedad denominada por Chester (1932) como *Ph. cactorum* var. *applanata* (1947 In: Frezzi, 1950); *Ph. citrophthora* (Frezzi, 1938; 1940) ocasionando *damping off* y *podredumbre del pie* en *C. sinensis* en Corrientes; *Ph. boehmeriae* (Frezzi, 1941) en *C. sinensis* en Corrientes; *Ph. drechsleri* (Frezzi, 1945, In: Frezzi

1950) afectando *Chrysanthemum cinerariaefolium* (piretro); **Ph. cinnamomi** (Frezzi, 1946, In: Frezzi, 1950) proveniente de plantas de *Calycanthus floridus* (calicanto) con podredumbre radical y del tronco; **Ph. syringae** (Frezzi 1948, In: Frezzi, 1950) de *Citrus limon* y *Citrus sinensis* con podredumbre morena de frutos, en la Provincia de Buenos Aires y **Ph. cryptogea** (Frezzi, 1952, In: Frezzi, 1977), de *Populus simonii* (álamo) con pudrición de raíces y canchales en el tronco, en la Provincia de Mendoza.

Posteriormente, *Ph. megasperma* f. sp. *medicaginis* se consideró sinónimo de *Ph. medicaginis*, siendo la primera referencia en el país ocasionando podredumbre radicular en *Medicago sativa* (alfalfa) en la Provincia de Buenos Aires (Hijano *et al.*, 1986), y *Ph. cactorum* var. *applanata*, mencionada así por Frezzi (1950) afectando *Schinus molle* (aguaribay) en Córdoba, sinónimo de *Ph. citricola* (Waterhouse, 1957, citado por Erwin & Ribeiro, 1996). Por lo tanto debemos adicionar las especies **Ph. medicaginis** y **Ph. citricola**, a las ya mencionadas. Desde entonces no hubo registros hasta 1979 cuando fue identificada **Ph. sojiae** (Martínez & Ivancovich, 1979), aislada de *Glycine max* (soja) con podredumbre del tallo y raíces, en la Provincia de Buenos Aires. Posteriormente fueron citadas **Ph. fragariae** (Alcoba *et al.*, 2005) en *Fragaria x ananassa* (frutilla) afectando raíces de frutilla en Tucumán (Folquer, 1986), **Ph. austrocedrae** (Greslebin *et al.*, 2007) causando el Mal del ciprés, *Austrocedrus chilensis* (ciprés de la cordillera), en Patagonia. Además se aislaron, de suelo rizosférico de *Austrocedrus chilensis* a **Ph. cambivora** Petri (Buisman) y de cursos de agua en contacto con estos árboles, a **Ph. gonapodyides** (Petersen) Buisman, **Ph. taxon Pgchlamydo** y **Ph. taxon Raspberry** (Greslebin *et al.*, 2005). Recientemente fueron identificadas, **Ph. taxon Salixsoil** en *Pyrus communis*, como patógeno de postcosecha de fruta en el norte de la Patagonia (Dobra *et al.*, 2011); **Ph. taxon kelmania** afectando *Gerbera jamesonii* (Palmucci *et al.*, 2011 a y b), *Gypsophila paniculata* y *Actinidia deliciosa* (Palmucci *et al.*, inéd.) y **Ph. multivora**, sobre *Rhododendron* sp. en los alrededores de la ciudad de Buenos Aires (Grijalba *et al.*, 2013, Grijalba & Palmucci, 2014).

La Tabla 7 muestra las especies aisladas de suelo o agua asociados a hospedantes enfermos, en tanto que la Tabla 8 hace referencia a los hospedantes, síntomas, localidades y cita bibliográfica de las especies de *Phytophthora* halladas en el Cinturón verde La Plata-Buenos Aires hasta 2009. En la Tabla 9 se hallan las citas llevadas a cabo durante este estudio.

**TABLA 7: ESPECIES DE *PHYTOPHTHORA* AISLADAS DE SUELO O AGUA**

<i>Ph. gonapodyides</i>	<i>Austrocedrus chilensis</i> (ciprés de la cordillera)	Cursos de agua	Patagonia RN, Chu	Greslebin <i>et al.</i> , 2005*
<i>Ph. taxon Pgchlamydo</i>	<i>Austrocedrus chilensis</i> (ciprés de la cordillera)	Cursos de agua	Patagonia RN, Chu	Greslebin <i>et al.</i> , 2005*
<i>Ph. taxon Raspberry</i>	<i>Austrocedrus chilensis</i> (ciprés de la cordillera)	Cursos de agua	Patagonia RN, Chu	Greslebin <i>et al.</i> , 2005*
<i>Ph. syringae</i>	<i>Austrocedrus chilensis</i> (ciprés de la cordillera)	Aislado de suelo asociado a árboles con Mal del ciprés y de cursos de agua	Chu, RN, Neu	Greslebin <i>et al.</i> , 2005*
<i>Ph. cactorum</i>	<i>Fragaria ananassa</i> (frutilla)	Recuperado del suelo pegado a las raíces de plantas enfermas	RN, Cuyo	Gonzalez <i>et al.</i> , 2003b

**TABLA 8: ESPECIES DE *PHYTOPHTHORA* CITADAS PARA EL CINTURÓN VERDE LA PLATA-BUENOS AIRES HASTA EL AÑO 2009.**

<i>Ph. citrophthora</i>	<i>Juglans regia</i> (nogal europeo)		BA	Marchionatto, 1948
<i>Ph. cryptogea</i>	<i>Actinidida deliciosa</i> (kiwi)	Pod. de raíces y corona	BA	Wolcan & Ronco, 2006
	<i>Gerbera jamesonii</i> (gerbera)	Pod. basal	BA	Wolcan & Ronco, 2006
	<i>Ocimum basilicum</i> (albahaca)	Pod. basal	BA	Wolcan & Ronco, 2006
	<i>Salvia officinalis</i> (salvia)	Pod. basal	BA	Wolcan & Ronco, 2006
	<i>Callistephus chinensis</i> (aster de la China)	Pod. basal	BA	Wolcan & Ronco, 2006
<i>Ph. drechsleri</i>	<i>Senecio cruentus</i> (cineraria)	Pod. de cuello y raíces	BA	Carranza, 1963
<i>Ph. cinnamomi</i>	<i>Casuarina</i> sp.	Cancros en tallo y cuello	BA	Frezzi 1952 <i>In:</i> Frezzi, 1977
	<i>Rhododendron indicum</i> (azalea)	Pod. de raíces y necrosis del tallo	BA	Frezzi 1949 <i>In:</i> Frezzi, 1950
<i>Ph. nicotianae</i>	<i>Chamelaucium uncinatum</i> (flor de cera)	Pod. basal	BA	Wolcan <i>et al.</i> , 2005
	<i>Diefembachia picta</i> (difenbaquia)	Pod. basal y de raíces	BA	Grijalba <i>et al.</i> , 2008 *
	<i>Catharanthus roseus</i> = <i>Vinca rosea</i> (vinca)	Necrosis apical y Pod. radical	BA	Rivera <i>et al.</i> , 2000

**TABLA 9: ESPECIES DE *PHYTOPHTHORA* IDENTIFICADAS DURANTE EL PRESENTE ESTUDIO (2009-2013).**

<b><i>Ph. capsici</i></b>	<i>Capsicum annuum</i> (pimiento)	Damping-off. Pod. de raíces, cuello y frutos, tizón	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011 a y b*
	<i>Cucurbita moschata</i> (zapallo Anco)	Pod. de frutos	BA	Palmucci, inéd.
<b><i>Ph. cinnamomi</i></b>	<i>Actinidida deliciosa</i> (kiwi)	Pod. basal	BA	Palmucci, inéd.
	<i>Casuarina cunningamiana</i> (casuarina)	Pod. basal y de raíces, canchros	ER	Palmucci <i>et al.</i> , 2008 a* Palmucci <i>et al.</i> , 2011 a, b*
	<i>Rhododendron indicum</i> (azalea)	Pod. de raíces y necrosis del tallo	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011 a, b*
	<i>Vaccinium corymbosum</i> (arándano)	Pod. de corona y raíces	Tuc	Palmucci <i>et al.</i> , 2011 a, b*
<b><i>Ph. cryptogea</i></b>	<i>Gerbera jamesonii</i> (gerbera)	Pod. basal	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011 a,b*
<b><i>Ph. taxon kelmania.</i></b>	<i>Actinidida deliciosa</i> (kiwi)	Pod. de raíces y corona	BA	Palmucci, inéd.
	<i>Gerbera jamesonii</i> (gerbera)	Pod. basal y de raíces	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011 a,b*
	<i>Gypsophilla paniculata</i> (gipsófila)	Pod. basal y de raíces	BA	Palmucci, inéd.
<b><i>Ph. nicotianae</i></b>	<i>Catharanthus roseus</i> (= <i>Vinca rosea</i> ) (vinca)	Necrosis apical y Pod. radical	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011 a, b*
	<i>Diefembachia picta</i> (difenbaquia)	Pod. basal y de raíces	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011 a, b, 2012*
	<i>Gypsophilla paniculata</i> (gipsofila)	Pod. basal y radical	BA	Palmucci <i>et al.</i> , inéd. *
	<i>Hebe speciosa</i> (hebe)	Pod. basal y radical	BA	Grijalba & Palmucci., inéd*
	<i>Primula obconica</i> (primula)	Pod. del cuello y raíces	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2011 a*
	<i>Schlumbergera truncata</i> (Santa Teresita)	Pod. de cladodios y raíces	BA	Palmucci <i>et al.</i> , 2012*

\* Indica que en la identificación se utilizaron técnicas moleculares.

En la Tabla 10 y la Figura 5 se relacionan los tipos de cultivos y las diferentes especies de *Phytophthora*. Se observó que de las 18 especies registradas, el mayor número de relaciones hospedante-patógeno correspondieron a especies ornamentales (55), frutales (54), forestales (53) y hortícolas (43).

En la Provincia de Buenos Aires se han identificado 14 especies de *Phytophthora*, seguida por Córdoba con 13 especies. En Misiones se citaron 2 especies, *Ph. infestans* y *Ph. palmivora*, 1 sola en Santiago del Estero (*Ph. nicotianae*), en Formosa, San Luis y La Pampa (*Ph. capsici*) y en Santa Cruz y Tierra del Fuego, no se aisló ninguna.

Las especies que afectan al mayor número de hospedantes son *Ph. citrophthora* (55) y *Ph. nicotianae* (54).

Las principales especies patógenas de plantas ornamentales son *Ph. nicotianae* (24 hospedantes) y *Ph. citrophthora* (12). En cambio, para las plantas forestales se destacan *Ph. cinnamomi* y *Ph. citrophthora*, ambas con 17 hospedantes; en oleaginosas e industriales *Ph. nicotianae* y en forestales *Ph. cinnamomi* y *Ph. citrophthora*. Las plantas hortícolas son infectadas principalmente por *Ph. capsici* y los frutales por *Ph. citrophthora* y *Ph. nicotianae*. En palmeras y forrajeras se halla citada una sola especie: *Ph. palmivora* y *Ph. medicaginis* respectivamente. No se hallaron registros de especies afectando cereales.

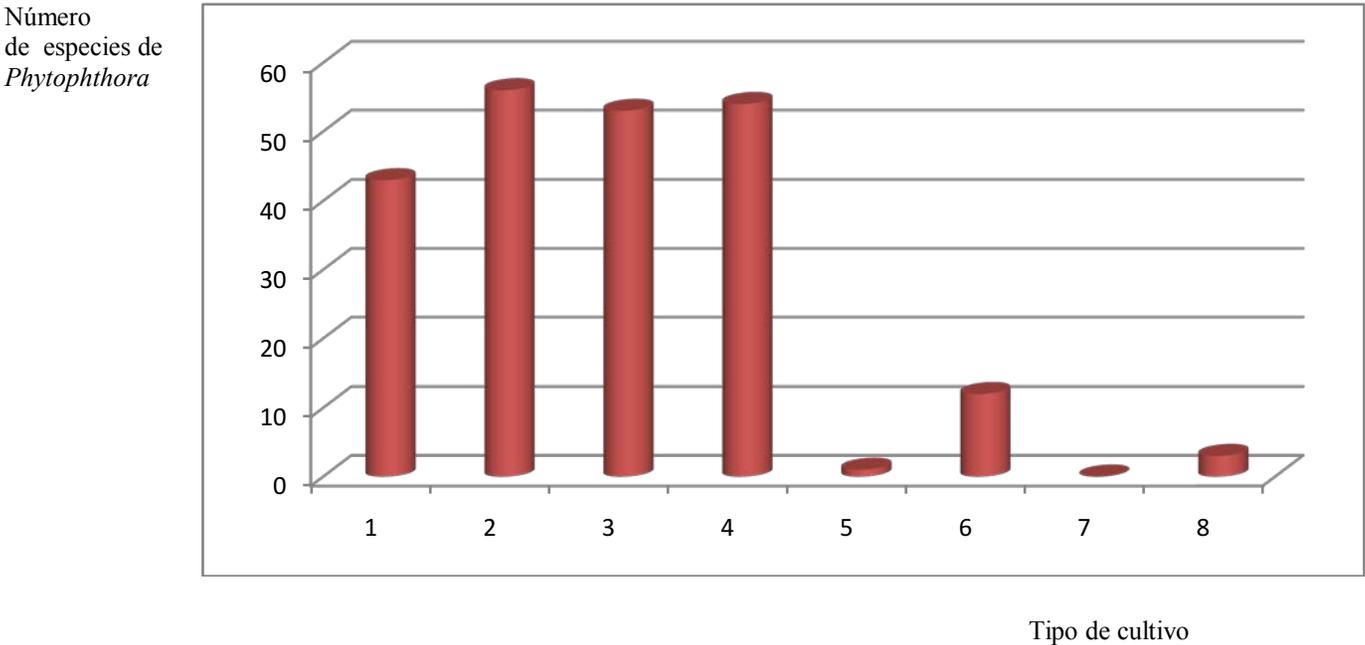
La Tabla 11 y la Figura 6 muestran la distribución de *Phytophthora* spp. en las regiones geográficas de Argentina. Se observó que *Ph. capsici* se encuentra citada en 18 Provincias, *Ph. cactorum* en 14, seguida de *Ph. infestans* en 12 y de *Ph. citrophthora* en 11. Se destaca que las especies asociadas a *Mal del ciprés* y *Ph. lacustris*, sólo fueron aisladas en el Sur del país.

En la Figura 7, se ilustra la frecuencia relativa de las especies de *Phytophthora* identificadas en Argentina hasta 2014. *Ph. citrophthora* presentó la mayor frecuencia, seguida por *Ph. nicotianae*, *Ph. cinnamomi* y *Ph. drechsleri*. Si se considera la frecuencia relativa de especies de *Phytophthora* que causan enfermedades en plantas ornamentales, *Ph. nicotianae* es la que más afecta a estos cultivos. Luego se hallan *Ph. citrophthora*, *Ph. cinnamomi* y con valores bastante menores: *Ph. drechsleri*, *Ph. cryptogea* y *Ph. cactorum* (Fig. 8).

**TABLA 10: NÚMERO DE HOSPEDANTES AFECTADOS POR ESPECIES DE *PHYTOPHTHORA* DENTRO DE CADA TIPO DE CULTIVO EN LOS RECUENTOS DE 2009 Y DE 2014**

<i>Phytophthora</i> spp.	TOTAL		HORTÍCOLA	ORNAMEN TAL	FORESTAL	FRUTAL	FORRAJERO	OLEAG./ INDUSTRIAL	CEREAL	PALMERAS
	2009	2014								
<i>Ph. austrocedrae</i>	1	1			1					
<i>Ph. boehmeriae</i>	2	1				1				
<i>Ph. cactorum</i>	10	11		1	1	8		1		
<i>Ph. cambivora</i>	1	1			1					
<i>Ph. capsici</i>	14	14	12	1		1				
<i>Ph. cinnamomi</i>	30	31	2	7	17	5				
<i>Ph. citricola</i>	3	3			3					
<i>Ph. citrophthora</i>	55	55	8	12	17	16		2		
<i>Ph. cryptogea</i>	11	11	3	2	2	2		2		
<i>Ph. drechsleri</i>	12	12	4	5	1	1		1		
<i>Ph. fragariae</i>	1	1				1				
<i>Ph. gonapodyides</i>	1	1			1					
<i>Ph. infestans</i>	4	4	4							
<i>Ph. taxon kelmania</i>	0	3		2						
<i>Ph. medicaginis</i>	1	1					1			
<i>Ph. megasperma</i>	4	4	1			3				
<i>Ph. multivora</i>	0	1		1						
<i>Ph. nicotianae</i>	48	54	9	24	6	9		6		
<i>Ph. palmivora</i>	9	9			2	4				3
<i>Ph. sojae</i>	1	3						1		
<i>Ph. syringae</i>	3	3			1	2				
<i>Ph. lacustris</i>	0	1				1				
Hospedantes afecta- dos/tipo de cultivo	211	223	43	55	53	54	1	13	0	3

**FIGURA 6: NÚMERO DE ESPECIES DE *PHYTOPHTHORA*/TIPO DE CULTIVO (AÑO 2014).**



1. Hortícolas. 2. Ornamentales. 3. Forestales. 4. Frutales. 5. Industriales. 6. Oleaginosas. 7. Cereales. 8. Palmeras.

**TABLA 11: DISTRIBUCIÓN DE *PHYTOPHTHORA* SPP. EN REGIONES GEOGRÁFICAS DE ARGENTINA (AÑO 2014).**

Juj = Jujuy; Sal = Salta, Tuc = Tucumán; Cat = Catamarca; SE=Santiago del Estero; Mis = Misiones; Cha = Chaco; Ctes = Corrientes, ER = Entre Ríos; SF = Santa Fe, Fsa = Formosa; Cba = Córdoba, Mza = Mendoza, LR = La Rioja, SL = San Luis; BA = Buenos Aires; LP = La Pampa; SJ = San Juan; RN = Rio Negro; Chu = Chubut; SC = Santa Cruz; Neu = Neuquén; TF = Tierra del Fuego e islas Malvinas

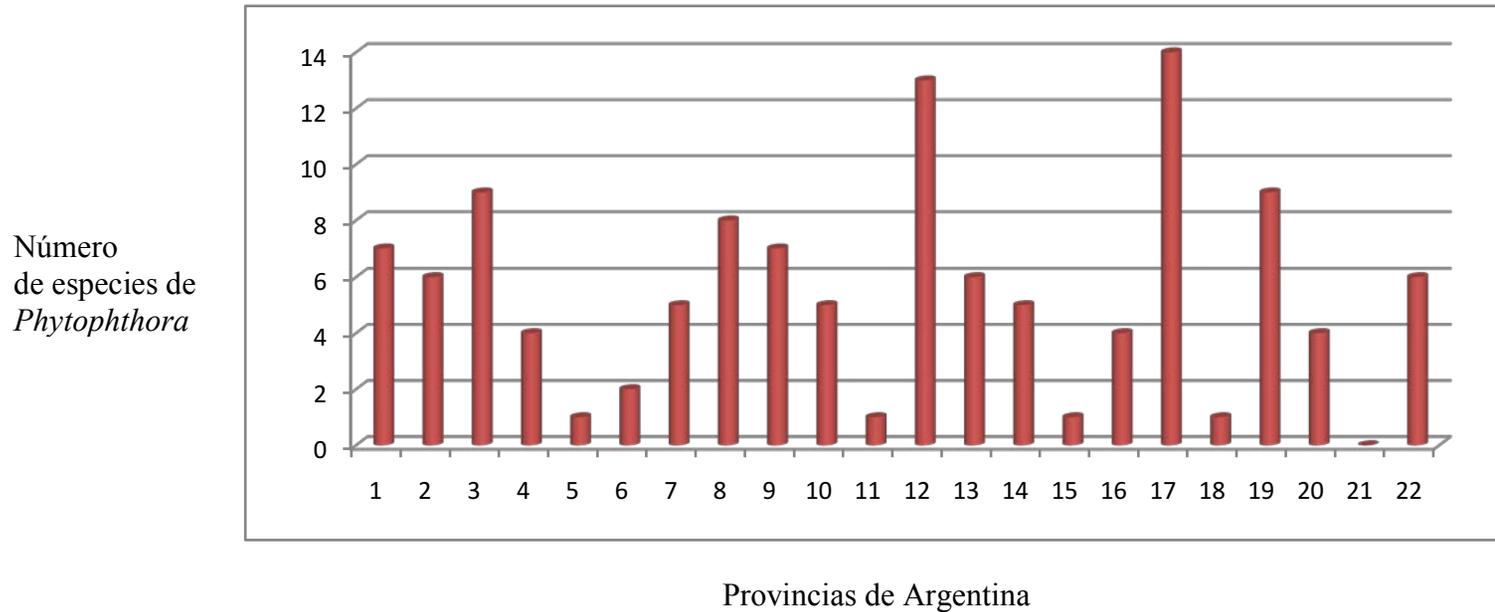
<i>Phytophthora</i> spp.	Regiones y Provincias																							Prov/ <i>Ph. sp</i>
	Noroeste NOA					Noreste NEA						Centro C	Oeste O				Pampeana Pamp		Patagonia S					
	Juj	Sal	Tuc	Cat	SE	Mis	Cha	Ctes	ER	SF	Fsa	Cba	Mza	LR	SL	SJ	BA	LP	RN	Chu	SC	Neu	TF	
<i>Ph. austrocedrae</i>																			X	X		X		3
<i>Ph. boehmeriae</i>								X																1
<i>Ph. cactorum</i>	X		X	X				X	X	X		X	X	X		X	X		X			X		13
<i>Ph. cambivora</i>																			X	X		X		3
<i>Ph. capsici</i>	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X		18
<i>Ph. cinnamomi</i>	X	X	X				X		X			X					X							7
<i>Ph. citricola</i>												X												1
<i>Ph. citrophthora</i>	X	X	X					X	X			X	X	X		X	X		X					11
<i>Ph. cryptogea</i>												X	X				X							3
<i>Ph. drechsleri</i>			X									X	X				X							4
<i>Ph. fragariae</i>	X		X																					2
<i>Ph. gonapodyides</i>																			X	X				2
<i>Ph. infestans</i>	X	X		X		X	X	X	X	X		X	X				X		X					12

**Continuación TABLA 11: DISTRIBUCIÓN DE *PHYTOPHTHORA* SPP. EN REGIONES GEOGRÁFICAS DE ARGENTINA.**

Juj = Jujuy; Sal = Salta, Tuc = Tucumán; Cat = Catamarca; SE=Santiago del Estero; Mis = Misiones; Cha = Chaco; Ctes = Corrientes, ER = Entre Ríos; SF = Santa Fe, Fsa = Formosa; Cba = Córdoba, Mza = Mendoza, LR = La Rioja, SL = San Luis; BA = Buenos Aires; LP = La Pampa; SJ = San Juan; RN = Rio Negro; Chu = Chubut; SC = Santa Cruz; Neu = Neuquén; TF = Tierra del Fuego e islas Malvinas

<i>Phytophthora</i> spp.	Regiones y Provincias																						Prov/ <i>Ph. sp</i>	
	Noroste NEA					Noreste NOA						Centro C	Oeste O				Pampeana Pamp		Patagonia S					
	Juj	Sal.	Tu	Cat	SE	Mis	Cha	Ctes	ER	SF	Fsa	Cba	Mza	LR	SL	SJ	BA	LP	RN	Chu	SC	Neu	TF	
<i>Ph. taxon kelmania</i>																	X							1
<i>Ph. medicaginis</i>										X		X					X							3
<i>Ph. megasperma</i>								X				X					X							3
<i>Ph. multivora</i>																	X							1
<i>Ph. nicotianae</i>	X	X	X		X			X				X		X			X							8
<i>Ph. palmivora</i>			X	X		X	X	X				X		X		X								8
<i>Ph. sojae</i>		X	X						X	X		X					X							6
<i>Ph. syringae</i>									X								X		X	X		X		5
<i>Ph. lacustris</i>																			X			X		2
<i>Ph. spp./</i> Provincia	7	6	9	4	1	2	5	8	7	5	1	13	6	5	1	4	14	1	9	4	0	6	0	-

**FIGURA 7: NÚMERO DE DE ESPECIES DE *PHYTOPHTHORA*/PROVINCIA (2014).**



1- Jujuy; 2- Salta, 3- Tucumán; 4- Catamarca ; 5- Santiago del Estero; 6- Misiones; 7- Chaco; 8- Corrientes- 9 -Entre Ríos; 10- Santa Fe; 11- Formosa; 12-Córdoba, 13- Mendoza; 14- La Rioja; 15- San Luis; 16-San Juan; 17- Buenos Aires; 18 - La Pampa; 19 - Rio Negro; 20 -Chubut; 21 - Santa Cruz; 22 -Neuquen; 23 - Tierra del Fuego y Malvinas.

**FIGURA 8: FRECUENCIA RELATIVA DE ESPECIES DE *PHYTOPHTHORA* (2014)**

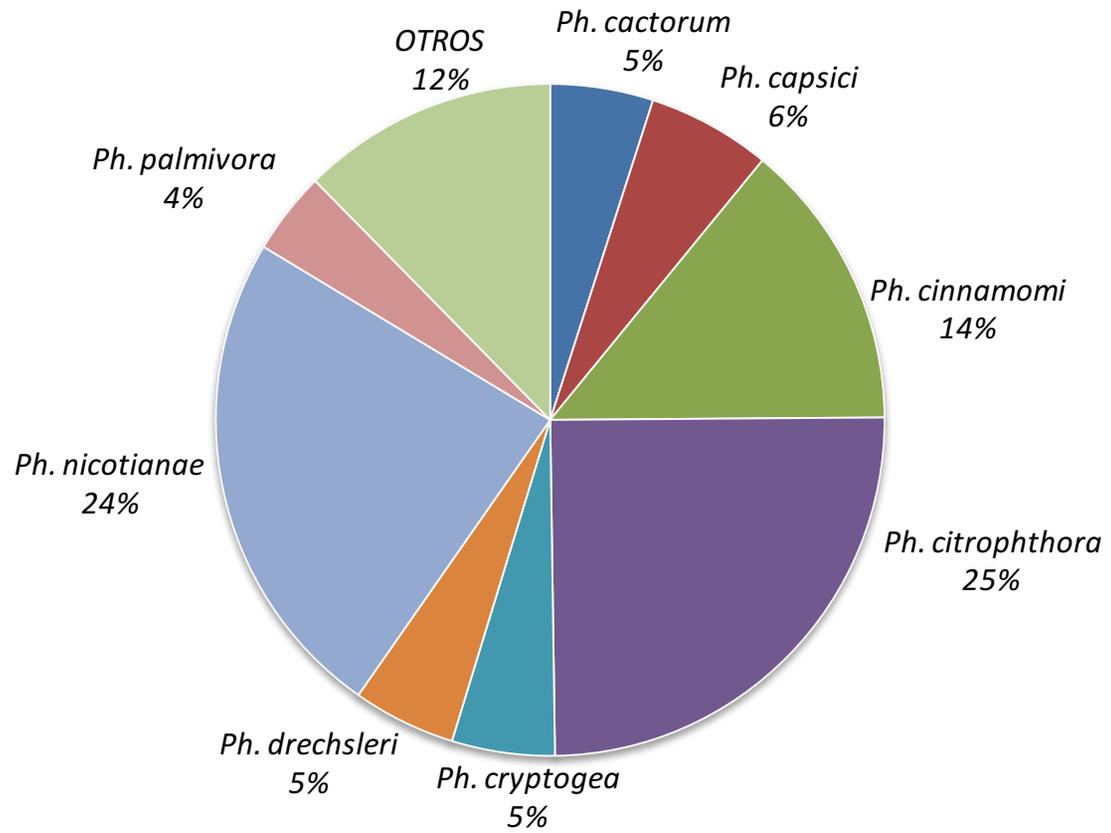
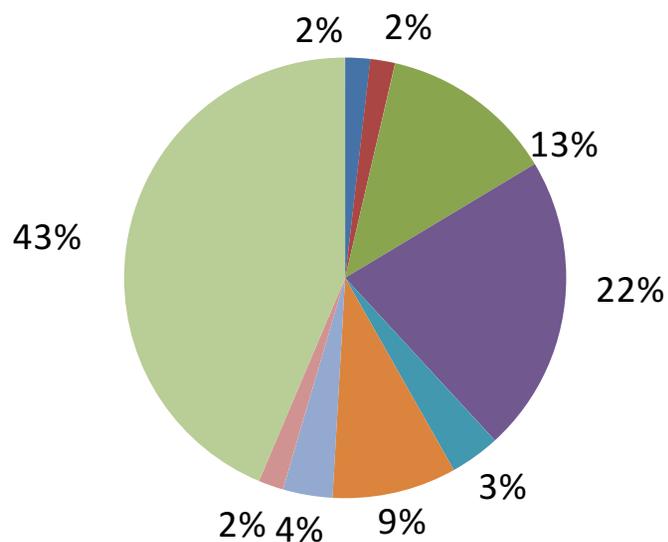


FIGURA 9: FRECUENCIA RELATIVA DE *PHYTOPHTHORA* SPP. QUE AFECTAN CULTIVOS ORNAMENTALES (2014)

- 1 *Ph. cactorum*
- 2 *Ph. capsici*
- 3 *Ph. cinnamomi*
- 4 *Ph. citrophthora*
- 5 *Ph. cryptogea*
- 6 *Ph. drechsleri*
- 7 *Ph. taxon kelmania*
- 8 *Ph. multivora*
- 9 *Ph. nicotianae*



ESPECIES	N*	FR++
1. <i>Ph. cactorum</i>	1	2
2. <i>Ph. capsici</i>	1	2
3. <i>Ph. cinnamomi</i>	7	13
4. <i>Ph. citrophthora</i>	12	22
5. <i>Ph. cryptogea</i>	2	3
6. <i>Ph. drechsleri</i>	5	9
7. <i>Ph. taxon kelmania</i>	2	3
8. <i>Ph. multivora</i>	1	2
9. <i>Ph. nicotianae</i>	24	44
TOTAL	55	100%

\*N: número de relaciones hospedante-patógeno citadas en el país.

\*\*FR: frecuencia relativa de especies de *Pythium*.

**PARTE II**

**CARACTERIZACIÓN DE  
ESPECIES FITOPATÓGENAS  
DE *PYTHIUM* Y  
*PHYTOPHTHORA***

## INTRODUCCIÓN

Con la finalidad de acceder a un más amplio conocimiento de la biodiversidad de especies de Pythiaceas, presentes en la región del Cinturón verde La Plata-Buenos Aires, se incluyeron en este análisis todas las especies identificadas durante el presente estudio: las recolectadas durante la prospección realizada en el período 2009-2012, las provenientes de prospecciones anteriores llevadas a cabo en la misma región durante los años 2000-2009 (Colección Wolcan-CIDEFI-UNLP) y las especies identificadas, aisladas a partir de plantas enviadas para consulta a los Servicios de Diagnóstico del CIDEFI-UNLP y del LASAVE (UBA), procedentes de cultivos de interés económico de otras áreas de interés.

El trabajo realizado incluyó la recolección de plantas ornamentales que presentaron síntomas característicos de las patologías en estudio: *damping off*, *podredumbre de raíces*, *podredumbre basal*, *podredumbre de la corona*, *podredumbre de frutos y de cladodios*, *clorosis*, *defoliación*, *marchitamiento*, *muerte de toda la planta*.

Se visitaron viveros de producción y establecimientos de venta al público. Se solicitó a asesores y propietarios el envío de muestras sintomáticas.

Se caracterizaron 70 aislamientos de Pythiaceas: 35 de *Pythium* spp. (19 de prospección, 9 de colecciones y 7 de áreas y cultivos de interés) y 35 de *Phytophthora* spp. (22 de prospección, 8 de colecciones y 5 de áreas y cultivos de interés).

De estos aislamientos 41 fueron obtenidos durante la prospección efectuada en 2009-2012, correspondiendo a establecimientos ubicados en 8 localidades o barrios: Paternal- Buenos Aires, Villa Devoto-Buenos Aires, Escobar, Garín, La Plata- Abasto, Matheu, Moreno, San Isidro. Debido a la diversidad de especies algunos viveros fueron visitados más de una vez en años diferentes.

Los aislamientos de colección fueron recolectados en La Plata-Los Hornos, La Plata-Abasto, Magdalena, Etcheverry, Lomas de Zamora.

Por otra parte, se recibieron plantas de 5 de áreas de interés (Concordia, Jujuy, San Pedro, Tucumán, Valle de Lerma).

Como resultado de la aplicación de los estudios morfológicos, culturales y moleculares de los aislamientos, se identificaron 18 especies correspondientes a los géneros *Pythium*, *Phytophthora* y *Phytopythium*: 10 especies de *Pythium* (*P. aphanidermatum*, *P. cylindrosporum*, *P. dissotocum*, *P. graminicola*, *P. intermedium*, *P. irregulare*, *P. spinosum*, *P. splendens*, *P. sylvaticum*, *P. ultimum* var. *ultimum*, *P. ultimum* var. *sporangiferum* y 2 *Pythium* sp. nov.), y 5 especies de *Phytophthora* (*Ph. capsici*, *Ph. cinnamomi*, *Ph. cryptogea*, *Ph. nicotianae*, *Ph. taxon kelmania*), 1 *Ph.* aff. *cryptogea* y *Phytopythium chamaehyphon*. Dos nuevas especies de *Pythium*, con las que se comenzaron los estudios para llegar a su descripción, fueron halladas afectando *Capsicum annuum* y *Schlumbergera truncata*.

Se estudiaron 41 relaciones hospedante-patógeno en 29 hospedantes diferentes, correspondiendo 30 a nuevas citas de enfermedades en el país y 32 en la región. A continuación se mencionan las especies identificadas y los hospedantes afectados:

- ***Pythium aphanidermatum*** aislada de *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch (estrella federal), *Nicotiana tabacum* L. (tabaco), *Spinacea oleracea* L. (espinaca).
- ***P. cylindrosporum*** aislada de *Eustoma grandiflorum* Raf. (lisianthus, lisiante).
- ***P. dissotocum*** aislada de *Nicotiana tabacum* L. (tabaco).
- ***P. graminicola*** aislada de *Pennisetum clandestinum* Hochst. (kikuyo).
- ***P. intermedium*** aislada de *Impatiens x hawkerii* (impatiens Nueva Guinea) y de plantas en maceta de primer y segundo repique de (*Spathiphyllum wallisii* Regel (espatifilo).
- ***P. irregulare*** aislada de *Impatiens wallerana* J.D. Hook (alegría del hogar, impatiens), *Primula obconica* Hance (prímula), *Scindapsus aureus* (Linden & André) Engl. & K. Krause (potus).
- ***P. spinosum*** aislada de *Hebe speciosa* (R. Cunn. ex A. Cunn.) Cockayne & Allan= *Veronica speciosa* (hebe).
- ***P. splendens*** aislada de *Rhododendron indicum* (L.) Sweet (azalea).
- ***P. sylvaticum*** aislada de *Cyclamen persicum* L. (violeta de los Alpes, ciclamen), *Lavandula angustifolia* L. (lavanda).
- ***P. ultimum* var. *ultimum*** aislada de *Actinidia delicosa* (Chev.) Liang & Ferg (kiwi), *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch (estrella federal), *Dianthus*

*caryophyllus* L. (clavel), *Gazania repens* (L) Gaertn (Gazania), *Ocimum basilicum* L. (albahaca) y *P. ultimum* var. *sporangiiferum* de *Polygala myrtifolia* L. (poligala).

- ***Pythium* sp. nov. 1** afectando *Capsicum annuum* L. (pimiento).
- ***Pythium* sp. nov. 2** afectando *Schlumbergera truncata* (Haw.) Moran = *Zygocactus truncatus* (Haw.) Schum (Santa Teresita, zygocactus).
- ***Ph. capsici*** aislada de *Capsicum annuum* L. (pimiento), *Cucurbita moschata* Duch. ex Lam (Zapallo Anco).
- ***Phytophthora cinnamomi*** aislada de *Casuarina cunninghamiana* Miq (Casuarinas), *Vaccinium corymbosum* L. (arándanos), *Rhododendrom indicum* (L.) Sweet (azaleas), *Actinidia deliciosa* (Chev.) Liang & Ferg (kiwi).
- ***Ph. cryptogea*** aislada de *Gerbera jamesonii* Bolus (gerbera).
- ***Ph. taxon kelmania*** aislada de *Gerbera jamesonii* Bolus (gerbera), *Gypsophila paniculata* L. (gipsófila, mosquito, velo de novia), *Actinidia deliciosa* (Chev.) Liang & Ferg (kiwi).
- ***Ph. nicotianae*** aislada de *Dieffenbachia picta* Schott. (diefenbaquia), *Catharanthus roseus* (L.) G. Don fil. (vinca), *Primula obconica* Hance (prímula), *Chamaelucium uncinatum* Schauer (flor de cera), *Gypsophila paniculata* L. (gipsófila), *Schlumbergera truncata* (Haw) Moran (zygocactus), *Hebe speciosa* (R. Cunn. ex A. Cunn.) Cockayne & Allan = *Veronica speciosa* (hebe).
- ***Phytopythium chamaehyphon*** aislada de *Rhododendron indicum* (L.) Sweet (azalea).

Las especies identificadas se han ordenado para su descripción por género (*Pythium*, *Phytophthora* y *Phytopythium*) y dentro de éstos, en *Pythium* por tipo de esporangio, conforme a las clasificaciones de Frezzi (1956, 1977) y en *Phytophthora*, de acuerdo a las características de los aislamientos obtenidos en este estudio, por homo y heterotalismo y presencia o no de papila. En el género *Phytopythium* no se efectuó ninguna división.

Para cada especie, se indicó el origen de los aislamientos, la sintomatología observada en las diferentes asociaciones hospedante-patógeno, la caracterización cultural, morfológica y molecular, el rango de hospedantes, la distribución mundial y los antecedentes en Argentina. En el ítem comentarios, se agregaron algunas observaciones de diferente índole. Finalmente se elaboró un árbol filogenético para las especies de *Phytophthora* y se presentaron tablas que resumen la información expuesta.

# **GÉNERO *PYTHIUM***

## **I. ESPECIES CON ESPORANGIOS LOBULADOS O FILAMENTOSOS**

*P. aphanidermatum*

*P. dissotocum*

*P. graminicola*

## **II. ESPECIES CON ESPORANGIOS ESFÉRICOS, SUBESFÉRICOS O ELIPSOIDALES**

### **A. OOGONIOS LISOS**

*P. cylindrosporum*

*P. sylvaticum*

*P. ultimun*

*P. ultimun* var. *sporangiiferum*

### **B. OOGONIOS ORNAMENTADOS**

*P. irregulare*

*P. spinosum*

### **C. ÓRGANOS SEXUALES AUSENTES**

*P. intermedium*

*P. splendens*

# I. ESPECIES CON ESPORANGIOS LOBULADOS O FILAMENTOSOS

## ***PYTHIUM APHANIDERMATUM*** (Edson) Fitzpatrick (1923)

Syn: *Rheosporangium aphanidermatum* Edson (1915)

*Pythium butleri* Subramaniam (1919)

*Nematosporangium aphanidermatum* var. *hawaiiense* Sideris (1931)

*Nematosporangium aphanidermatum* (Edson) Jacz (1931)

Los aislamientos fueron identificados como pertenecientes a la especie *P. aphanidermatum* (Edson) Fitzpatrick de acuerdo a las descripciones de van der Plaats-Niterink (1981), Frezzi (1956) y Dick (1990). Fue descrito por primera vez por Edson en 1915, ocasionando *damping off* en plántulas de *Beta vulgaris* (remolacha) en Estados Unidos, asignándole el nombre de *Rheosporangium aphanidermatum* como nuevo género y especie en la familia Saprolegniaceae. Posteriormente fue incluido en el género *Pythium* por Fitzpatrick (1923), quien propuso el nombre de *Pythium aphanidermatum*, actualmente reconocido. Especie cosmopolita, afecta a diversas familias y géneros botánicos. Por su alta temperatura máxima de crecimiento (>40 °C) es frecuente su aparición afectando cultivos bajo invernáculo. Causa *damping off*, pudrición de raíces y tallo, tizón de frutos. Principalmente afecta a las plantas en sus primeros estadios de almácigo o primer trasplante. Ha sido reportada ocasionando la muerte de plantas adultas en diversos hospedantes.

### 1. ORIGEN DE LOS AISLAMIENTOS

El aislamiento AEPH131 fue obtenido a partir de plantas de *Euphorbia pulcherrima* (Willd. Ex Klotzsch) Graham (estrella federal) de la localidad de Garín (Partido de Pilar); ATA117 1.2 se aislaron de *Nicotiana tabacum* L. (tabaco) procedentes de un cultivo de la Provincia de Salta y otro de Jujuy y ATA118 de la Provincia de Jujuy; AES105 de cultivos de *Spinacea oleracea* L. (espinaca) de la

localidad de Los Hornos (La Plata, Provincia de Buenos Aires) (Colección Ing. Wolcan, 2000).

## 2. SINTOMATOLOGÍA

**2.1. *Euphorbia pulcherrima*=*Poinsettia pulcherrima*** (Willd. ex Klotzsch) (Euphorbiaceae), se conoce como “Flor de Pascua, Poinsetia o Estrella federal”. Es originaria de América Central, México y Guatemala. En climas tropicales y subtropicales crece a la intemperie como arbusto o árbol pequeño. Se comercializa como planta ornamental en maceta por sus vistosas brácteas de color rojo (Kew Royal Botanic Garden. En:<http://www.kew.org/science-conservation/plants-fungi/euphorbia-pulcherrima-poinsettia>).

Durante la primavera de 2010 se hallaron plantas de estrella federal, enraizadas en oasis (material inerte esponjoso), con pudrición de las raíces y de la base del tallo, amarillamiento y caída de hojas. En cultivo se informó hasta un 30% de mortandad. En plantas de más edad causó menor crecimiento y defoliación de hojas inferiores. En muestras recibidas en 2012 se halló idéntica sintomatología (Fig. 10).

**2.2. *Nicotiana tabacum*** (Solanaceae): Su cultivo constituye una de las principales economías regionales de las Provincias de Salta, Jujuy, Misiones, Tucumán, Chaco, Corrientes, Catamarca, concentrando las tres primeras el 90% de la producción (Nobleza Picardo. En: [http://www.noblezapicardo.com/group/sites/bat7x3dc8.nsf/vwPagesWebLive/DO\\_7X4CZ4/\\$FILE/medMD7XWJYV.pdf?openelement](http://www.noblezapicardo.com/group/sites/bat7x3dc8.nsf/vwPagesWebLive/DO_7X4CZ4/$FILE/medMD7XWJYV.pdf?openelement)). En Salta la superficie destinada a este cultivo es de aproximadamente 80 mil hectáreas con una producción que ronda los 130 millones de kilos por año (Gobierno de la Provincia de Salta. En: <http://www.fetsalta.gov.ar/>).

La producción de plantas en almácigos flotantes se basa en el uso de bandejas de poliestireno expandido, que por sus características físicas flotan en el agua desde la siembra hasta el transplante. Pueden ubicarse utilizando piletas en micro túneles o en invernáculo. Si las posibilidades de inversión lo permiten a partir de una explotación de aproximadamente 10 hectáreas la utilización de un invernáculo empieza a resultar conveniente (INTA. En: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210774.pdf>).

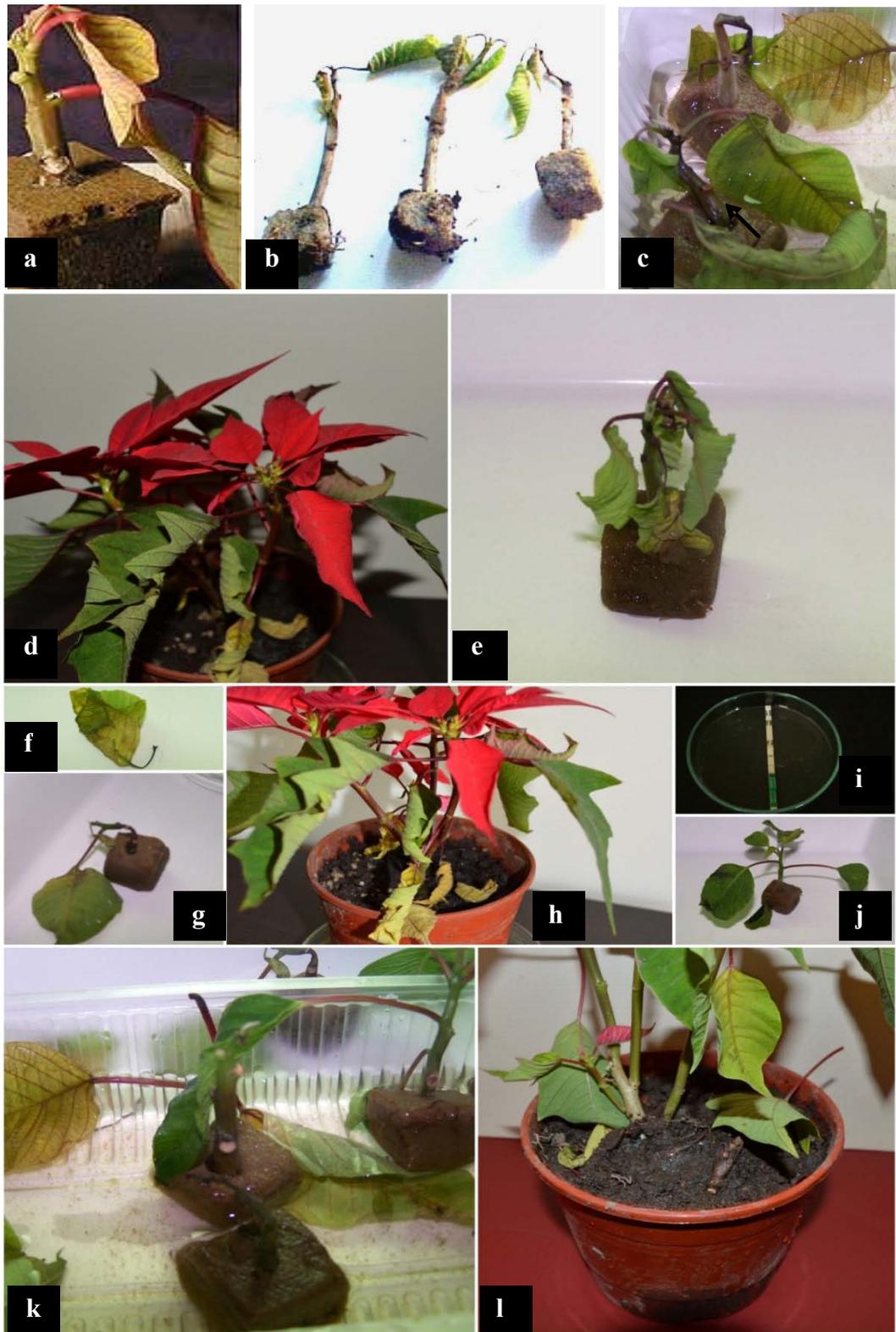
En 2008 se recibieron plantines de 2 cultivos de tabaco de la Provincia de Jujuy. Otros fueron recolectadas por Palmucci a fines de 2007, en la Provincia de Salta (Valle de Lerma). Todos los plantines provenían de un sistema de producción sin suelo, en el cual el enraizamiento y desarrollo posterior se lleva a cabo en piletas hidropónicas. En los 2 establecimientos con piletas a cielo abierto se observaron grandes manchones de plantas con menor crecimiento, hojas cloróticas, algunas con necrosis parcial en diferente grado. Al descalzarlas se halló el sistema radicular disminuido, con raíces necrosadas, más oscuras. En plantas infectadas que alcanzaron mayor desarrollo, el sistema radicular también se observó disminuído, y la clorosis afectó solo a las hojas basales. Los plantines de Jujuy presentaron los mismos síntomas (Fig. 11).

**2. 3. *Spinacia oleracea*** (Familia Amaranthaceae, Subfamilia Chenopodiaceae): Planta de ciclo anual originaria de regiones asiáticas, probablemente de Persia. Se comercializa para consumo fresco cruda o cocida, o industrializada en conserva, congelada, deshidratada y liofilizada (para uso en sopas u otras comidas). Se cultiva en La Plata, Mar del Plata, Mendoza, Rosario y Valle inferior del río Chubut. En la zona de La Plata se produce principalmente bajo invernáculo con riego por goteo (Ferratto *et al.*, 2010).

En el Laboratorio de la Cátedra de Fitopatología de la UNLP se recibieron plantas de un cultivo de espinaca que presentaron síntomas de amarillamiento de las hojas y una severa disminución de raíces en las plantas afectadas en comparación con las sanas (Fig. 12).

**2.4. Pruebas de patogenicidad:** Durante este estudio, para los tres patosistemas se inocularon plantines de primer trasplante (método de inoculación descrito en Materiales y Métodos ítem 5.2). A partir de los 5 días en estrella federal y espinaca y de los 7 en tabaco, se iniciaron los síntomas. En espinaca las hojas perdieron coloración y turgencia hasta marchitarse debido a la pudrición de las raíces. En estrella federal además de estos síntomas en las hojas, a los 7 días se observó un oscurecimiento y posterior pudrición de la base del tallo y las raíces. Todas las plantas fueron severamente afectadas. Los plantines de tabaco evidenciaron menor desarrollo y hojas más claras, lo cual fue coincidente con menor desarrollo de raíces. Esto se observó en todos los plantines inoculados. Las plantas testigo permanecieron sanas, corroborándose la patogenicidad de los aislamientos. El reaislamiento presentó en todos los casos idénticas características al aislamiento inicial.

*PYTHIUM APHANIDERMATUM*



**Fig. 10:** *Euphorbia pulcherrima* a) Detalle del sistema de producción de gajos enraizados en Oasis®. b, c, e, f, g, j, k) Plántulas con podredumbre basal y radicular. d, h, l) Síntomas en plantas adultas, con severa defoliación de hojas inferiores. i) Tira de inmunostrip reacción negativa para presencia de *Phytophthora*.

## *PYTHIUM APHANIDERMATUM*



**Fig. 11:** *Nicotiana tabacum*. a, d) Vista del invernáculo con sistema de producción de plantines en bandejas flotantes b) Bandejas flotantes vacías c) Plantines de tabaco sanos, obsérvese el desarrollo de raíces de absorción. e) Plantines de tabaco enfermos con menor desarrollo y necrosis del sistema radicular.

*PYTHIUM APHANIDERMATUM*



**Fig. 12:** *Spinacea oleracea*: a, b) Plantas sanas. c) Plantines enfermas con necrosis foliar y pudrición radicular. d) Detalle de síntomas en raíces.

### 3. CARACTERIZACIÓN CULTURAL Y MORFOLÓGICA

Todos los aislamientos presentaron idénticas características morfológicas y culturales.

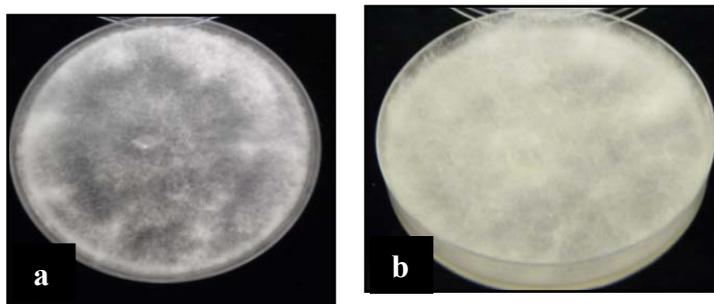
#### 3.1. Caracterización de la colonia

Micelio blanco aéreo en AHM sin patrón de crecimiento definido, de crecimiento vigoroso en APG (Fig. 13). Crecimiento diario a 25 °C: 30 mm/día. Temperaturas cardinales: mín.10 °C, ópt. 25-35 °C y máx. >37 °C. El cultivo tipo ATA117 fue depositado en la *World Oomycete Genetic Resource Collection* (WOC) bajo el número P19654.

#### 3.2. Caracterización morfológica

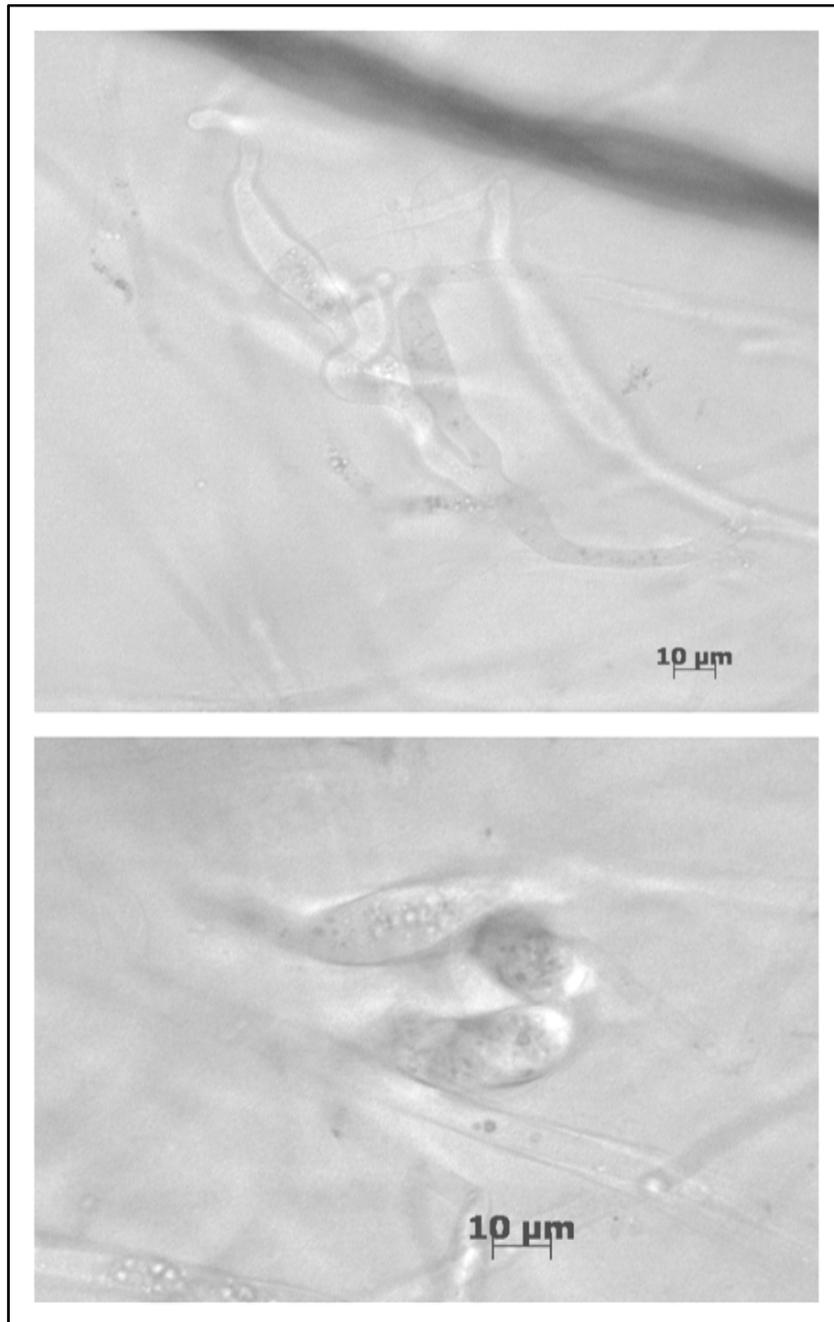
Micelio cenocítico, hialino, ramificado, hifa principal > 8 µm diám. Esporangios filamentosos, lobulados, formando una estructura torulosa (alargada con constricciones), medidas variables en largo y ancho. Forma zoosporas a 25°-30°C. Oogonio globoso de pared lisa y fina, mayormente terminal, 15-27 ( $\bar{x}$ : 24) µm diám.; oosporas apleróticas (16-) 19-23 (-27) ( $\bar{x}$ : 21) µm diám; 1 anteridio, raramente 2 por oogonio, mayormente monoclinos o diclinos, intercalares, ocasionalmente terminales, separados de la hifa por tabiques, forma cilíndrica, de campana, con amplio contacto apical con el oogonio. Estructuras sexuales muy abundantes en AHM y en AA (Figs. 14-17).

**Observaciones:** Las principales características que permiten diferenciar a *P. aphanidermatum* de otras especies de *Pythium* son la presencia de esporangios lobulados, oosporas apleróticas y los característicos anteridios intercalares.



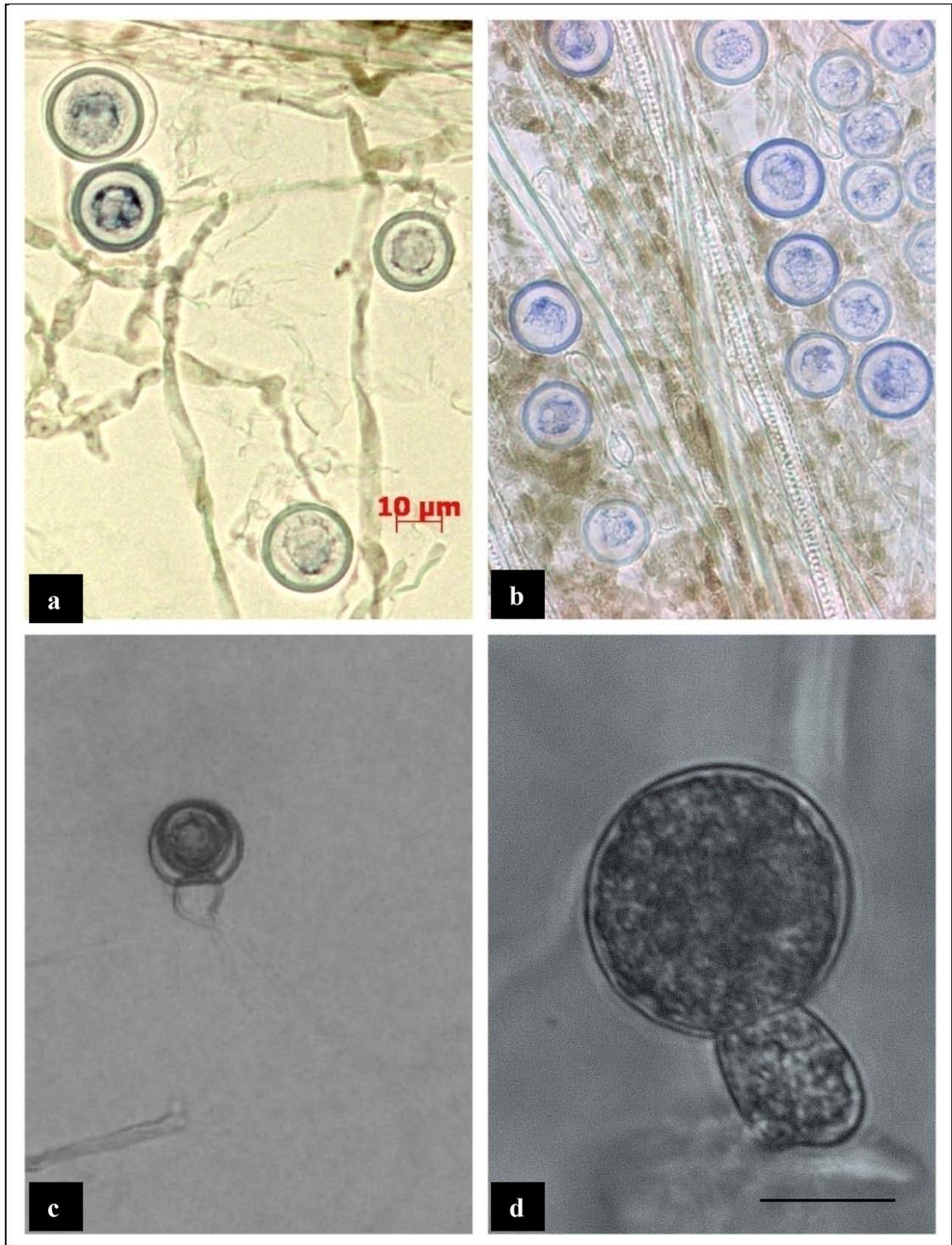
**Fig. 13:** Colonia de 5 y 7 días en APG de izquierda a derecha, respectivamente.

***PYTHIUM APHANIDERMATUM***



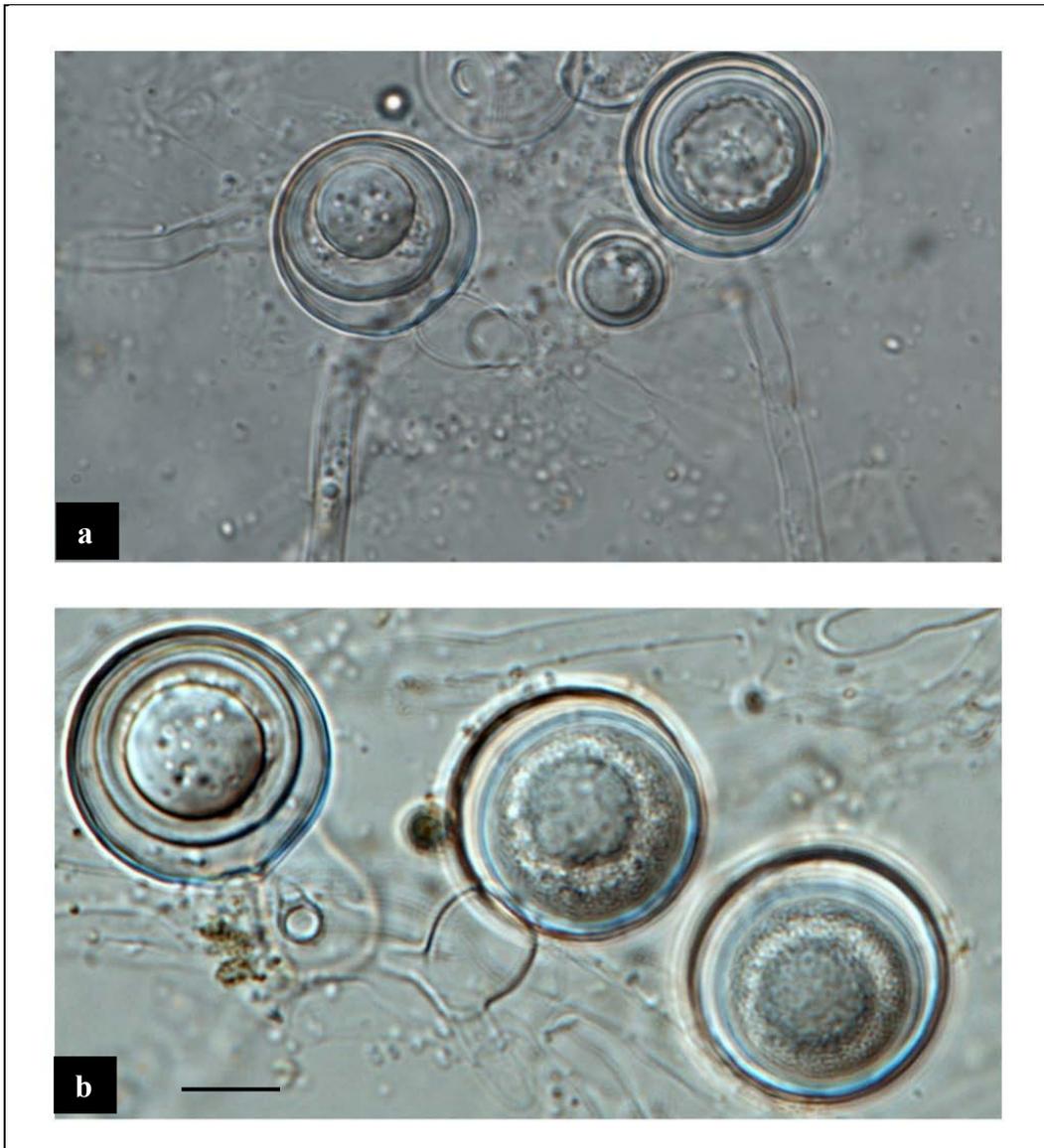
**Fig. 14:** *Pythium aphanidermatum*. Esporangios lobulados

***PYTHIUM APHANIDERMATUM***



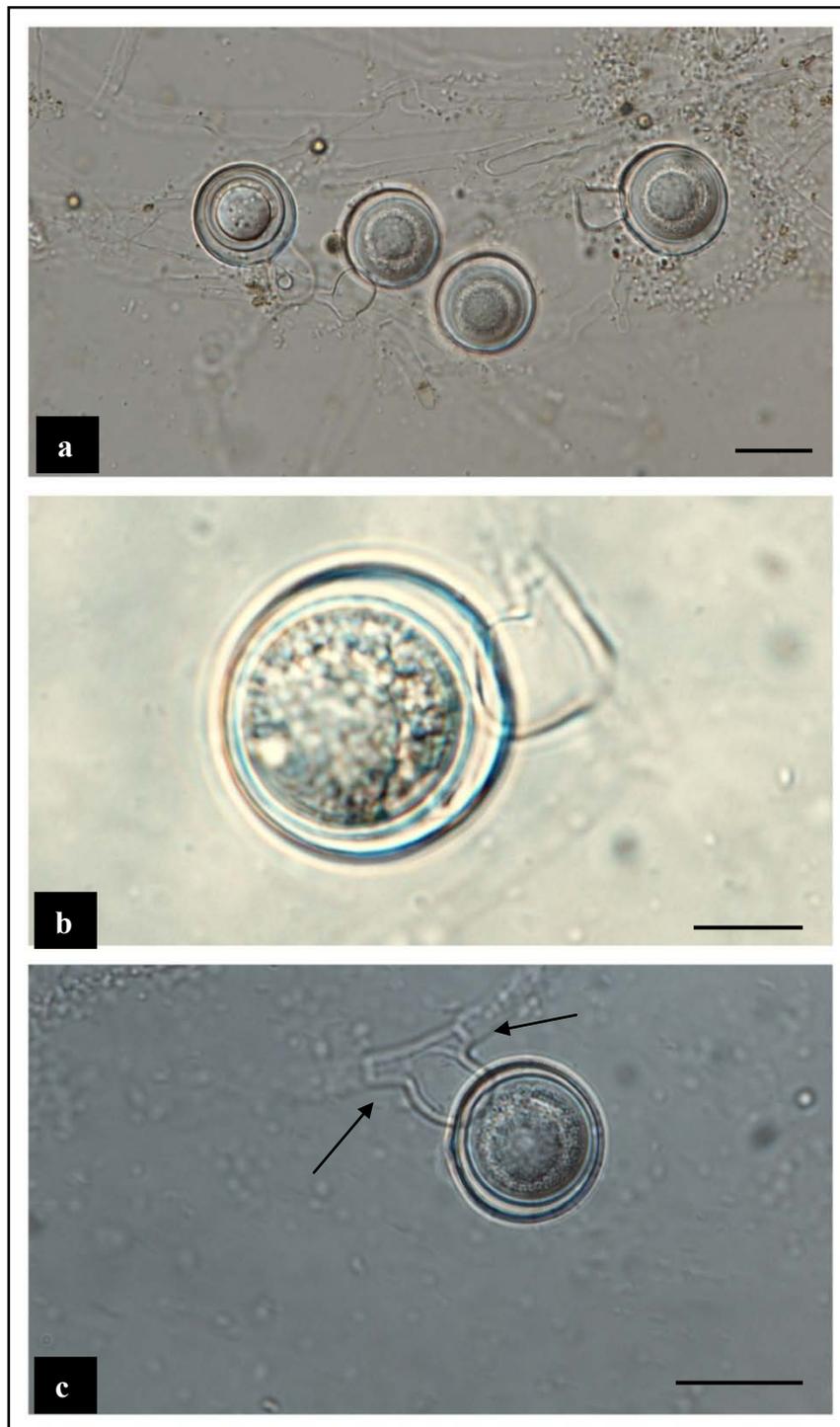
**Fig. 15:** *Pythium aphanidermatum* a) Oosporas desarrolladas en el medio de cultivo. b) Oosporas desarrolladas en tejido de *Agrostis*. c, d ) Oogonio globoso de pared lisa y anteridio intercalar. BAR= 10 µm

*PYTHIUM APHANIDERMATUM*



**Fig. 16:** *Pythium aphanidermatum* a, b) Conjunto de oogonios y anteridios intercalares. BAR= 10 $\mu$ m

***PYTHIUM APHANIDERMATUM***



**Fig. 17:** *Pythium aphanidermatum* a) Conjunto de oogonios y anteridios intercalares. BAR= 20  $\mu\text{m}$  b, c) Detalle de oogonio intercalares. Obsérvense los tabiques que lo delimitan en la hifa. b: BAR= 10  $\mu\text{m}$ . c: BAR= 20  $\mu\text{m}$ .

#### 4. CARACTERIZACIÓN MOLECULAR

Fueron secuenciadas las regiones ITS4/ITS5 de los aislamientos ATA117 y ATA118 obtenidos de plantas enfermas de tabaco, por considerarse éste, un cultivo de mayor importancia económica en el país en relación a los otros dos. Se obtuvieron secuencias de 815 bases, seleccionándose ATA 118 para su comparación con secuencias homólogas en el GenBank. Presentó un 99 % de homología con: *Pythium aphanidermatum* AY598622-cultivo tipo CBS 118.80 (dos bases de diferencia y un gap); HQ643438–CBS 118.80 tipo (una base de diferencia y un gap); HQ643440-“Barcoding” (una base de diferencia y un gap); AB355599-Kobayashi & Tojo (dos bases de diferencia y un gap).

*P. aphanidermatum* se ubica en el clado A subclado *P. aphanidermatum* (Lévesqué & de Cock, 2004) junto a *P. deliense*. Ambas especies se caracterizan por tener esporangios lobados, rápido crecimiento y 1-2 anteridios monoclinos frecuentemente intercalares. Aislados de dicotiledóneas en climas cálidos. *P. deliense* se diferencia por tener un pie del oogonio curvado hacia el anteridio y oogonios y oosporas de menor tamaño (oogonio  $\bar{x}$ : 21,9  $\mu\text{m}$  y oospora  $\bar{x}$ : 17  $\mu\text{m}$  diám.) en relación al aislado ATA118 que presentó oogonio  $\bar{x}$ : 24  $\mu\text{m}$  y oospora  $\bar{x}$ : 21  $\mu\text{m}$  diám.

✓ El resultado positivo de las pruebas de patogenicidad y las caracterizaciones morfológicas, culturales y moleculares permiten identificar a *Pythium aphanidermatum* como agente causal de *Podredumbre basal y radicular de Euphorbia pulcherrima*; *Pudrición radicular de Nicotiana tabacum* y *Spinacea oleracea*.

✓ Este es el primer registro en Argentina de este patógeno afectando tabaco y espinaca.

#### 5. RANGO DE HOSPEDANTES Y DISTRIBUCIÓN MUNDIAL

Afecta a numerosas familias botánicas: Amaranthaceae, Amaryllidaceae, Araceae, Basellaceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Chenopodiaceae, Compositae, Coniferae, Convolvulaceae, Cruciferae, Cucurbitáceae, Euphorbiaceae, Gramíneae,

Leguminosae, Linaceae, Malvaceae, Moraceae, Passifloraceae, Rosaceae, Solanaceae, Umbelíferae, Violaceae, Vitaceae, Zingiberaceae (Waterhouse & Waterston, 1964).

Es una especie distribuída mundialmente, citada en los siguientes países: En África (Congo, Egipto, Fernando Poo, Ghana, Costa de Marfil, Kenia, Malawi, Malí, Mauricio, Mozambique, Nigeria, Rhodesia, Senegal, Sierra Leona, Sudáfrica, Sudán, Tanzania, Togo, Zambia); en Asia (Abu Dhabi, China, India, Indonesia, Sumatra, Irán, Israel, Japón, Malasia, Pakistán, Filipinas, Sri Lanka, Taiwán, Tailandia, Azerbaiyán, Vietnam); en Australasia y Oceanía (Australia, Hawai, Nueva Caledonia, Papúa Nueva Guinea); en Europa (Austria, Gran Bretaña, Checoslovaquia, Chipre, Francia, Grecia, Italia, Países Bajos, Polonia, Unión Soviética, Yugoslavia); en América del Norte (Canadá, México, Estados Unidos); en América Central y las Antillas (Antillas, Costa Rica, Jamaica, Panamá, Puerto Rico); en América del Sur (Argentina, Brasil, Chile, Perú, Venezuela) (CAB International, 1978).

*P. aphanidermatum* se comporta como patógeno muy agresivo a altas temperaturas (Gold & Stanghellini, 1985). Entre las enfermedades que ocasiona se destacan: *Damping-off* de pre y post emergencia, en diferentes hospedantes; la “*Pudrición algodonosa de frutos de Cucurbitáceas*” (Drechsler, 1925); la “*Pudrición del tallo y raíz de maíz*” (Pontis Videla, 1951); el “*Tizón algodonoso del césped*” (Weels *et al.*, 1954, Hall *et al.*, 1980 citados por Abad *et al.*, 1994; Freeman, 1980; Allen *et al.*, 2004). El nombre de tizón algodonoso hace referencia al crecimiento de micelio aéreo blanco y mullido sobre las lesiones. Esta enfermedad fue reportada por primera vez en Estados Unidos en la década de 1930 y en sucesivos años afectando campos de golf. Sin embargo, es ahora reconocida como un problema en el césped en parques, jardines y campos de deportes. La enfermedad se ha detectado en las especies de gramíneas (céspedes) de los Estados Unidos, Canadá, Alemania, Francia y Japón (Allen *et al.*, 2004).

Afecta, además, algodón, caña de azúcar, cafeto, cactáceas, cártamo, cítricos, espinaca, frijol, gramíneas, jengibre, papa, piña, remolacha azucarera, soja, tabaco, numerosas plantas ornamentales (estrella federal, crisantemo), entre otras y de suelo y agua (van der Plaats-Niterink, 1981). Se ha comprobado que el extracto crudo de *P. aphanidermatum* presenta bioactividad herbicida frente a malezas como *Digitaria sanguinalis*, *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Echinochloa crus-galli*,

*Chloris virgata* y *Setaria glauca* (Zhang *et al.*, 2005; 2010; Xu *et al.*, 2008 citados por Ho, 2013).

## 6. ANTECEDENTES EN ARGENTINA

En Argentina un elevado número de hospedantes han sido afectados por *P. aphanidermatum* (Tabla 1). La figura 4 muestra la frecuencia relativa de cada relación hospedante-*Pythium* sp. en la Argentina. *P. aphanidermatum* fue aislado por primera vez en 1950, en la Provincia de Córdoba, de plantas grandes de *Pisum sativum* (arveja) con podredumbre radical, causando aproximadamente 40% de mortandad. En 1953 provocó marchitamiento y muerte de plantas adultas de poroto debido a podredumbre parcial o total de raíces y necrosis del tallo, en cultivos de Villa Ascasubi (Prov. de Córdoba). En terrenos anegados las pérdidas fueron totales. Fue reportado en Manfredi (Prov. de Córdoba) ocasionando muerte de plantas grandes de *Capsicum annum* (pimiento), podredumbre total de raíces y necrosis del tallo de *Cereus aethiops* (hachón-cactus) y causando la muerte de plantas de *Euphorbia marginata* (copo de nieve) con podredumbre de raíces (Frezzi, 1956). Además se menciona su aparición en cultivos de *Beta vulgaris* (remolacha); *Citrullus lanatus* (sandía); *Cucumis melo* (melón); *Cucurbita maxima* (zapallo); *Cucurbita pepo* (calabacín-zucchini); *Fragaria vesca* (frutilla silvestre); *Medicago sativa* (alfalfa), *Melia azedarach* (paraíso); *Morus alba* (mora) y *Phaseolus vulgaris* (poroto). En los últimos años fue aislado de *Allium cepa* (cebolla) (Kiehr *et al.*, 2002); *Amaranthus caudatus* (amaranto) (Noelting & Sandoval, 2003); *Allium schoenoprasum* (ciboulette); *Ocimum basilicum* (albahaca) y *Solanum melongena* (berenjena) (Colombo *et al.*, 2005). Palmucci & Grijalba (2007) identificaron a *P. aphanidermatum* afectando almácigos de *Euphorbia pulcherrima* (estrella federal), causando muerte de plantines por pudrición de la base del tallo y raíces. En el cinturón hortícola de Bahía Blanca se han encontrado lotes de *Cucurbita moschata* (zapallo Anco) con podredumbre de frutos, debida a *Pythium cf. aphanidermatum* (Kiehr & Delhey, 2013). En marzo de 2012, en invernáculos del partido de La Plata, plantas adultas de tomate presentaron una lesión castaña de aspecto húmedo, que se extendió 2-4 cm por encima del suelo. Las plantas afectadas se marchitaron y murieron, identificándose a *Pythium aphanidermatum* como el agente causal de estos síntomas (Grijalba *et al.*, 2015). Posteriormente fue identificado por afectando plantines de *Cucumis sativus* (pepino) (Palmucci, inéd.).

Fueron halladas citas sobre otras especies de *Pythium* afectando estos hospedantes: en *Nicotiana tabacum*, *P. irregulare* ocasionó *damping off* en la Provincia de Córdoba (Frezzi, 1956); en *Spinacea oleracea*, *P. ultimum* fue registrada por Frezzi (1956) en Córdoba y por Mazanti (1972) en Corrientes, en ambos casos causando *damping off*.

## 7. COMENTARIOS

a) *P. aphanidermatum* provoca muchas enfermedades de importancia económica y es una de las especies más patógenas del género *Pythium*, siendo común su aparición en cultivos hidropónicos de lechuga, tomate, tabaco y espinaca. Según lo ya expuesto en ítems anteriores se observa que no sólo puede reducir el rendimiento o la calidad de los cultivos, sino además causar la muerte de las plantas afectadas. Se han reportado pérdidas importantes del rendimiento en lechugas y en pimiento creciendo en cultivos hidropónicos debido a infecciones subclínicas de *P. aphanidermatum* afectando raíces de absorción (Stanguellini & Kronland, 1986; Owen *et al.*, 2003).

b) Tal como se observó en el presente relevamiento, *P. aphanidermatum* afecta con frecuencia a *Euphorbia pulcherima* ocasionando pudriciones radiculares en camas de enraizamiento y plantas en maceta (Moorman *et al.* 2002; Palmucci *et al.*, 2007).

c) Varias especies de *Pythium* han sido reportadas en el mundo afectando a las raíces de tabaco. Son comúnmente citadas *Pythium aphanidermatum*, *P. catenulatum*, *P. dissotocum*, *P. helicoides*, *P. intermedium*, *P. irregulare*, *P. mamillatum* Meurs, *P. middletonii* Sparrow, *P. myriotylum* Drechsler, *P. paroecandrum* Drechsler, *P. rostratum*, *P. sylvaticum*, *P. ultimum*, *P. uncinulatum* van der Plaats-Niterink & Blok, *P. violae* Chester & Hickman, *Pythium* sp. "grupo F" y *Pythium* sp. "grupo T" (Stanghellini & Kronland, 1986, Stanghellini & Rasmussen 1994, Herrero *et al.*, 2003); *P. spinosum*; *P. oligandrum*; *P. splendens* (Cartwright *et al.*, 1995) y *P. myriotylum* (Anderson *et al.*, 1997; Sigobodhla *et al.*, 2010). Ocasionan en menor o mayor grado pudrición radicular, amarillamiento y tizón de hojas. Afectan el vigor de las plántulas con efectos posteriores en la eficiencia del trasplante. Ho (2013) cita a *P. aphanidermatum* como la principal especie de *Pythium* que afecta cultivos de tabaco en

China, ocasionando síntomas de atizonamiento y pudrición del cuello de la raíz en plántulas y plantas a campo. *P. aphanidermatum* se ha citado causando *damping off* en tabacos creciendo en camas de siembra en India (Subhashini & Padmaja, 2009) y en plántulas en cultivos hidropónicos en los Estados Unidos (Gutiérrez *et al.*, 2012). Ho (2013) en su publicación sobre el género *Pythium* en China expresa que “*P. aphanidermatum* es la especie dominante causando *damping off*, podredumbre de raíces, tallos, hojas y frutos en una amplia variedad de plantas a lo largo del país, a campo, en tránsito o durante el almacenamiento. Entre los cultivos más importantes que afecta destaca al algodón y el tabaco”.

Durante el desarrollo de la enfermedad en tabaco se ha observado que las temperaturas óptimas de crecimiento del patógeno (25-35 °C y máx. >40 °C) fueron coincidentes con la severidad de la enfermedad observada *in situ* y por los productores durante el ciclo de cultivo.

d) En los sistemas de producción hidropónicos, las infecciones radiculares ocasionadas por *Pythium*, son mucho más destructivas en la mayoría de los cultivos en épocas donde se produce una elevación de la temperatura de la solución nutritiva y del ambiente del invernáculo (Sutton *et al.*, 2006). *P. aphanidermatum* provoca síntomas más graves de pudrición de la raíz con temperaturas moderadas a altas en la zona radicular (23-27 °C) (Gold & Stanghellini, 1985; Martin & Loper, 1999; Owen *et al.*, 2003; Cipriano *et al.*, 2005). En crisantemos cultivados en contenedores de una sola planta, *P. aphanidermatum* causó síntomas progresivamente más severos con el aumento de temperatura de 20 °C a 32 °C (Gold & Stanghellini, 1985). Estudios realizados por Stirling *et al.* (2004) concluyeron que la pudrición radicular causada por este patógeno en pimiento fue significativamente más severa a 35-40 °C que a 30 °C.

En investigaciones sobre la influencia de la temperatura en el desarrollo de *P. aphanidermatum* se hallan citados diferentes valores. Middleton (1943) obtuvo una temperatura óptima de 34 °C y en algunos aislamientos, una máx. de 46 °C. Van der Plaats-Niterink (1981) valores ópt. entre 35-40 °C y máx. de 40 °C. Triki *et al.* (2001) verificaron una ópt. de 30 °C y una máx. entre 37-40 °C y posteriormente Tojo *et al.* (2006) informaron en sus estudios una ópt. 37 °C y una máx. 40 °C. En tanto que para Serrano *et al.* (2008) los valores de temperatura óptima fueron de 28-34 °C y la máx. de 40 °C. Da Silva Patekosky & Pires Zottarelli (2009) verificaron una ópt. de 31

°C y máx. 40 °C. De lo expuesto se observa que no existen diferencias considerables entre las temperaturas presentadas por los diferentes autores y las obtenidas en el presente estudio (mín. 10 °C, ópt. 25-35 °C y máx. >40 °C).

El crecimiento diario verificado en el aislamiento ATA117 fue de 30 mm/día a 25 °C en APG. A esta misma temperatura van der Plaats-Niterink (1981) reportó > 30 mm/día creciendo en agar papa-zanahoria. Da Silva Patekosky & Pires Zottarelli (2009) citan valores de 33 mm/día a 35 °C y 11 mm /día a 15 °C.

## ***PYTHIUM DISSOTOCUM* Drechsler (1930)**

Syn: *Pythium araiosporum* Sideris (1932).

*Pythium oryzae* S. Ito & Tokunaga (1933).

*Pythium perigynosum* Sparrow (1936).

El aislamiento fue identificado como *P. dissotocum* de acuerdo con la descripción de van der Plaats-Niterink (1981), Frezzi (1956) y Dick (1990). La especie fue descrita por Drechsler (1930) según las características del aislamiento original procedente de raíces afectadas de *Saccharum officinarum* L. en Estados Unidos. Puede causar podredumbres radiculares, *damping off*, y ser parásito de peces.

### **1. ORIGEN DE LOS AISLAMIENTOS**

El aislamiento ATA116.1.2.3 fue obtenido de plantas de *Nicotiana tabacum* (tabaco) creciendo en bandejas flotantes, en tres establecimientos de producción de plantines localizados en la Provincia de Salta (Valle de Lerma) (Colección Ing. Palmucci, 2007).

### **2. SINTOMATOLOGÍA**

**2.1 *Nicotiana tabacum* (Solanaceae):** Se visitaron tres establecimientos de diferente tamaño y nivel tecnológico. Dos de ellos con piletas a cielo abierto conteniendo plantas flotantes, otro de gran superficie con plantines creciendo en bandejas flotantes ubicadas bajo invernáculo. En los 3 establecimientos se encontró idéntica sintomatología: grandes manchones de plantas con menor crecimiento, hojas cloróticas, algunas con necrosis parcial en diferente grado. Al descalzarlas se observó menor desarrollo radicular, raíces necrosadas o con pudrición, algunas ennegrecidas. En plantas infectadas que alcanzaron mayor desarrollo, el sistema radicular también se observó disminuido, y la clorosis afectó sólo a las hojas basales (Fig.18).

**2.2. Pruebas de patogenicidad.** Se inocularon plantines de primer trasplante (método de inoculación descrito en Materiales y Métodos ítem 5.2). A partir de los 7 días se iniciaron los síntomas observándose hojas más claras y menor desarrollo de los

*PYTHIUM DISSOTOCUM*



**Fig 18:** *Nicotiana tabacum*. Plantas de tabaco creciendo en piletas flotantes a cielo abierto. a) Foco central con síntomas de clorosis. b-d) Detalle de plantas afectadas con clorosis y pudrición radicular. e) Plantas cloróticas y manchones sin plantas.

plantines, lo cual fue coincidente con la disminución de las raíces. A los 10 días todos manifestaron los mismos síntomas, mientras los testigos permanecieron sanos, corroborándose la patogenicidad del aislamiento. El reaislamiento presentó idénticas características al aislamiento inicial.

### 3. CARACTERIZACIÓN CULTURAL Y MORFOLÓGICA

#### 3.1 Caracterización de la colonia

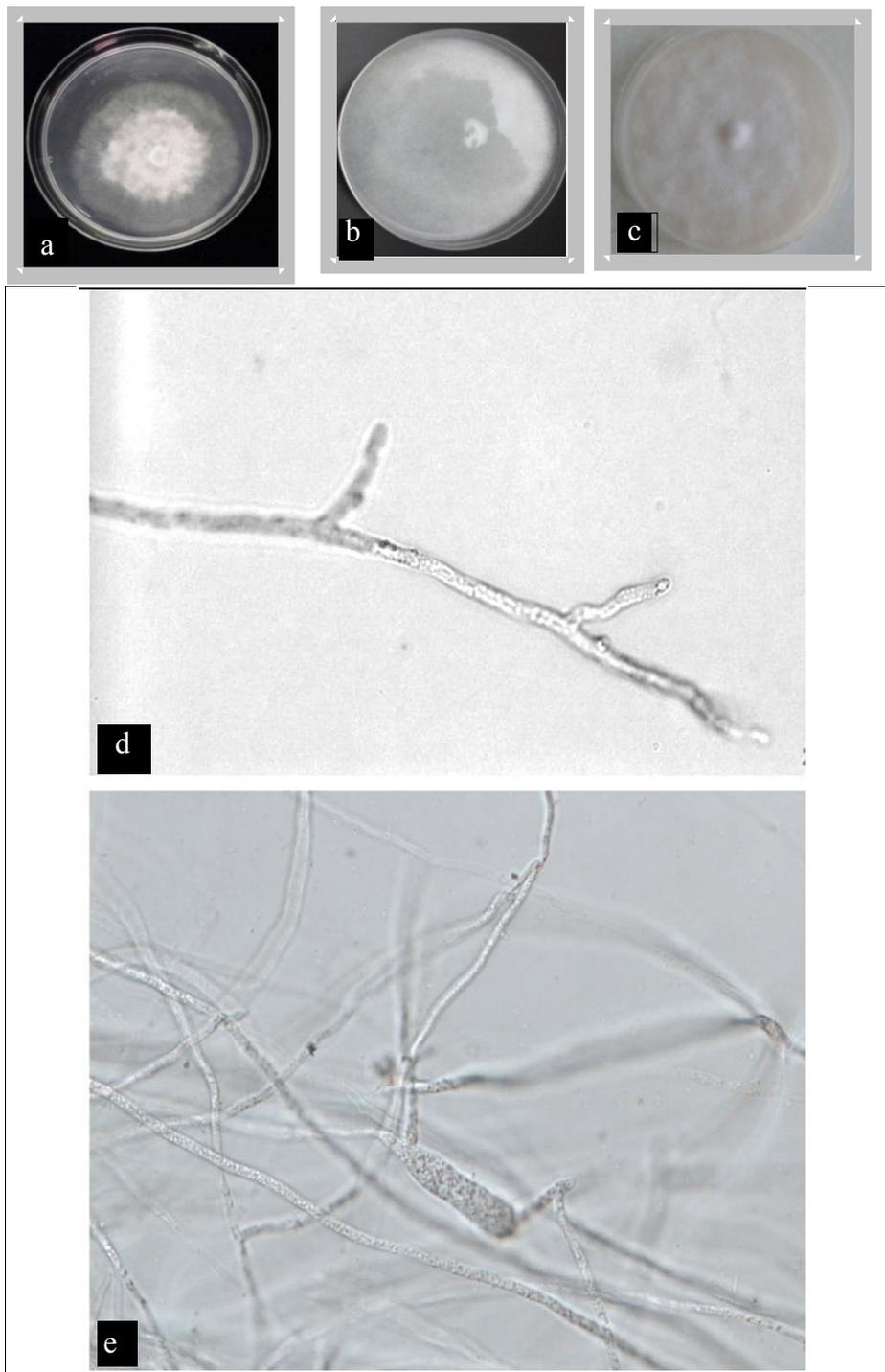
Micelio blanco aéreo sin patrón radial en AHM, de crecimiento vigoroso en APG. En AHM colonias sumergidas sin un patrón especial, en agar de papa-zanahoria (APZ) patrón radial. Temperaturas cardinales: mín. 5 °C, ópt. 20-28 °C, máx. > 35 °C. Tasa diaria de crecimiento 16 mm/día en APG a 25 °C. El aislamiento fue depositado en la *World Oomycete Genetic Resource Collection* bajo el número P19652 (Fig. 19).

#### 3.2. Caracterización morfológica

Micelio cenocítico, hialino, ramificado. Hifa principal > 7 µm diám., con apresorios cilíndricos o en forma de maza. Esporangios de tipo filamentosos, terminales, formando estructuras dendroides alargadas, poco dilatadas (en algunos casos se parecen a hifas, diferenciándose de ellas por su contenido protoplasmático más denso). Formación de zoosporas entre 5-20 °C. En hojas de *Agrostis* desarrolló estructuras sexuales sin dificultad: oogonios terminales, intercalares, separados de la hifa por un tabique, o laterales, lisos, esféricos, (18-) 21-24 (-25) ( $\bar{x}$ : 22,5) µm diám; anteridios comúnmente 1 o 2 por oogonio, sésiles o pedicelados, originados próximos al oogonio, claviformes, curvos, dilatados en su inserción a la hifa y más delgados hacia el oogonio, monoclinos o diclinos, hipóginos en oogonios intercalares; oosporas apleróticas o casi pleróticas, (16-) 19-22 (-24) ( $\bar{x}$ : 20,5) µm diám., con una pared del oogonio de 2,5 µm de diám. promedio (Figs. 19-21).

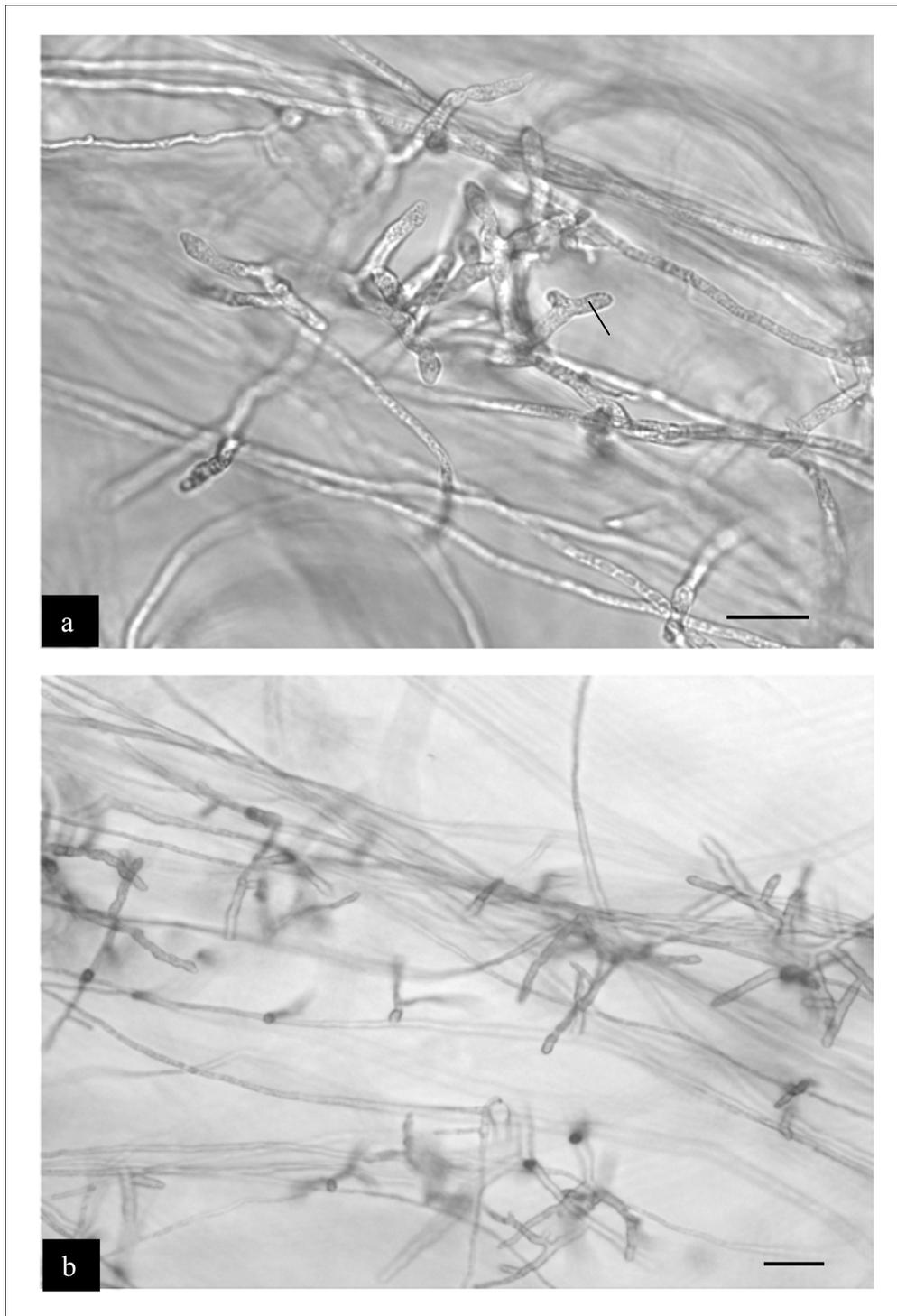
- ✓ El resultado positivo de las pruebas de patogenicidad y las caracterizaciones morfológicas y culturales permitieron identificar a *P. dissotocum* como agente causal de la *Podredumbre radicular* de *Nicotiana tabacum*, siendo éste el primer registro en Argentina.

***PYTHIUM DISSOTOCUM***



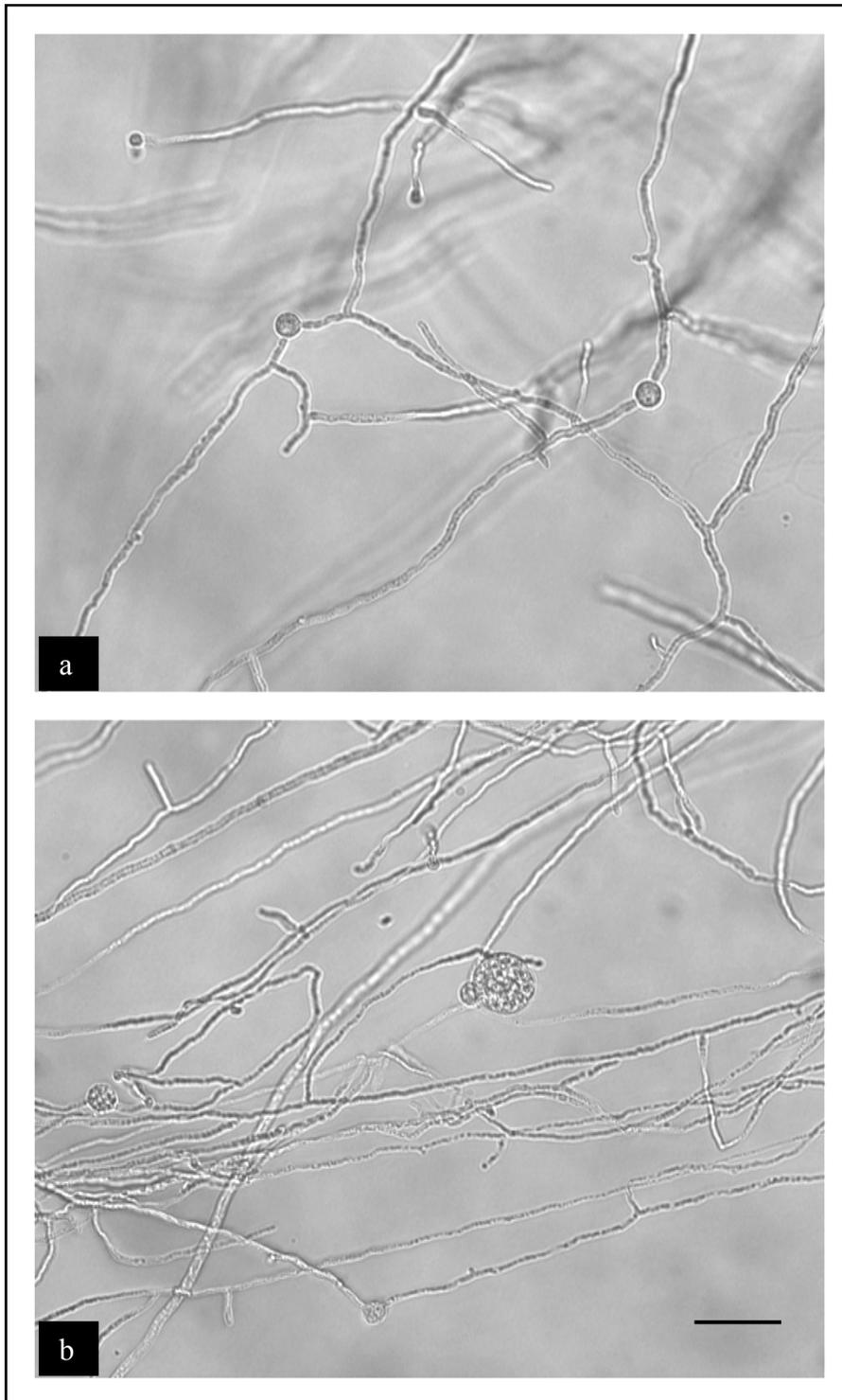
**Fig. 19:** *Pythium dissotocum*. a) Colonia con desarrollo de 4 días en AZ siguiendo un patrón radial. b) Colonia de 7 días en APG. c) Colonia de 10 días en APG. d) Esporangios filiformes semejantes a hifas e) Apresorio cilíndrico o en forma de maza

*PYTHIUM DISSOTOCUM*



**Fig. 20:** *Pythium dissotocum*. a, b) Esporangios filiformes y micelio. BAR= 20  $\mu\text{m}$ .

*PYTHIUM DISSOTOCUM*



**Fig. 21: *Pythium dissotocum*.** a) Zoosporas enquistadas germinando.  
b) Oogonio terminal y anteridio diclino. BAR= 25  $\mu$ m.

#### 4. RANGO DE HOSPEDANTES Y DISTRIBUCIÓN MUNDIAL

*P. dissotocum* afecta numerosos hospedantes: *Daucus carota* (Apiaceae); *Lactuca sativa*, *Parthenium argentatum* (Asteraceae); *Beta vulgaris*, *Spinacea oleracea* (Chenopodiaceae); *Cucumis sativus* (Cucurbitaceae); *Kummerowia stipulacea*, *Lupinus digitatus*, *L. polyphyllus*, *Medicago sativa*, *Phaseolus vulgaris*, *Pisum sativum*, *Vicia faba* (Fabaceae); *Pelargonium* cv. (Geraniaceae); *Hydrilla verticillata* (Hydrocharitaceae); *Iris* sp. (Iridaceae); *Garya illinoensis* (Juglandaceae); *Hyacinthus* cv., *Tulipa* cv. (Liliaceae); *Papaver somniferum* (Papaveraceae); *Oryza sativa*, *Saccharum officinarum*, *Triticum aestivum* (Poaceae); *Fragaria* × *ananassa*, *F. vesca*, *Prunus persica* (Rosaceae); *Citrus nobilis* (Rutaceae); *Capsicum annum*, *Lycopersicon esculentum* (Solanaceae); *Pilea pumila* (Urticaceae). *Neogobius fluviatilis*, *Neogobius gymnotrachelus*, *Perccottus glenii*, *Pseudorasbora parva* (Superclase Pisces). (Spencer, 2004a). Además se halla citado afectando cilantro (*Coriandrum sativum* L.) (Apiaceae) creciendo en cultivo hidropónico en Puerto Rico (Romero *et al.*, 2012).

En el año 2004 el CABI (Centre for Agricultural Bioscience International) reporta su distribución en los siguientes países: de África (Sudáfrica); de América: (Canadá, Estados Unidos); de Asia (China, India, Indonesia, Japón, Corea, Líbano, Rusia); de Australasia y Oceanía (Australia, Queensland). Europa (Gran Bretaña, Islandia y Holanda) (Spencer, 2004a).

Ha sido aislado de agua en Unión de Estados Socialistas Soviéticos (URSS) (Meshcheryakova, 1970; Meshcheryakova & Logvinenko, 1970, citados por Lodhi, 2007) y Países Bajos (Holanda) (van der Plaats-Niterink, 1975); de sistemas de irrigación en Inglaterra (Pittis & Colhoun, 1984) y en Egipto (Abdelzaher *et al.*, 1994); de aguas del lago Dawmat Al-Jandal en Arabia Saudita, junto a otras especies de *Pythium*, comportándose como moderadamente patógeno (Al-Sheikh *et al.*, 2012). En Pakistán, Lodhi (2007, 2013) en su relevamiento de Oomycetes en la Provincia de Sindh, recolectó *P. dissotocum* de estanques (distrito Nawabshah), lagos y agua de canales.

## 5. ANTECEDENTES EN ARGENTINA

En Argentina *P. dissotocum* fue aislado por primera vez en 1953, de *Morus alba* L. (morera blanca) con *damping off*, en la localidad de Villa Corina (Prov. de Córdoba). En 1955, de raíces necrosadas de *Gladiolus communis* L. (gladiolo) en Urundel (Prov. de Salta) y de *Solanum lycopersicum*=*Lycopersicon esculentum* Mill. (tomate) severamente afectado por *damping off* en Caimancito (Prov. de Jujuy) (Frezzi, 1956) (Tabla 1).

Además, se encuentra citada *P. irregulare* ocasionando *damping off* en plantines de *Nicotiana tabacum*, en la Provincia de Córdoba (Frezzi, 1956).

## 6. COMENTARIOS

a) van der Plaats Niterink (1981), define claramente las principales características morfológicas que diferencian *P. dissotocum* con otras especies relacionadas como *P. adhaerens*, *P. angustatum*, *P. coloratum*, *P. myriotylum*, *P. monospermum*, *P. aquatile*, *P. diclinum*, *P. papillatum*, *P. appleroticum*, *P. piriilum*, *P. tenue*, *P. marinum*, *P. peryginosum*.

Con el advenimiento de la biología molecular la comparación de secuencias de ADN permitió agrupar a las especies y correlacionar su ubicación con características morfológicas constantes. Lévesque & de Cock (2004) dividen al género *Pythium* filogenéticamente en 11 clados. Algunas de las especies con las que van der Plaats-Niterink comparó a *P. dissotocum* quedan ubicadas en otros subclados, y otras de aparición posterior a su publicación integran el mismo. *P. dissotocum* se ubica en el clado B subclado B2, junto a *P. appleroticum*, *P. aquatile*, *P. pachycaule*, *P. coloratum*, *P. lutarium*, *P. marinum*, *P. diclinum*, *P. capillosum* y *P. flevoense*. El clado B incluye a las especies de *Pythium* con esporangios filamentosos, no inflados o ligeramente inflados, con oogonios lisos, su mayoría menores de 30 µm de diám. y una tasa de crecimiento moderada (la mayoría 10-20 mm/día). A excepción de *P. dissotocum*, que afecta cultivos, la mayoría de las especies de este subclado son poco frecuentes. Entre ellas *P. aquatile*, si bien es probablemente ubicua, se encuentra poco representada en las colecciones ya que no causa enfermedades en las plantas, procede de suelo, algas, o de raíces de *Pinus* y esporádicamente de las dicotiledóneas (Lévesque & de Cock,

2004). Además los estudios moleculares efectuados por Lévesque & de Cock (2004) demuestran que para las secuencias de ITS, *P. coloratum*, *P. lutarium*, *P. marinum* y *P. dissotocum* son idénticas, y *P. diclinum* difiere por 1 par de bases (pb.). Estas especies son morfológicamente bastante similares en sus estructuras sexuales (esporangios filamentosos, ligeramente inflados, salvo *P. marinum*). Por consiguiente, debido a las similitudes que presentan, tanto morfológicas como en sus secuencias de ITS, Lévesque & de Cock (2004) concluyeron que *P. coloratum*, *P. lutarium*, *P. marinum* y *P. diclinum* son probablemente sinónimos de *P. dissotocum*. Si bien este trabajo es el más reconocido, otros estudios previos ya habían mencionado algunas similitudes: Krywienczyk & Dorworth (1980) reportaron que serológicamente *P. dissotocum* y *P. coloratum* estaban estrechamente relacionados; estudios sobre polimorfismos de longitud de fragmentos de restricción (RFLP) e ITS llevados a cabo por Wang & White (1997) y Matsumoto *et al.* (1999) concluyeron que *P. coloratum* y *P. dissotocum* son idénticas especies. Recientemente otras investigaciones sobre LSU rADN permitieron concluir que *P. lutarium*, *P. marinum* y *P. coloratum* son sinónimos de *P. dissotocum* (Lodhi, 2007). Sin embargo tanto Lévesque & de Cock (2004), como Lodhi (2007), ponen en duda la autenticidad del aislamiento de *P. maritimum* disponible en el GenBank, por no representar al aislamiento ex tipo de esta especie.

b) *P. dissotocum* puede transmitirse por el suelo contaminado, los restos vegetales con oosporas y el agua con esporangios (Spencer, 2004a).

c) En el cultivo de tabaco, si bien la producción de plantas en almácigos flotantes, utilizando las bandejas de poliestireno, presentan ventajas desde el punto de vista productivo, ante la presencia de Oomycetes constituyen un medio ideal para la dispersión del inóculo hasta los tejidos radiculares del hospedante en crecimiento.

d) En diferentes investigaciones se reporta que los síntomas ocasionados por *P. dissotocum* son más severos con temperaturas moderadas a altas en la zona radicular. Baptista (2007) estudió su patogenicidad en variedades de lechuga, observando que a 27 °C, el porcentaje de plántulas muertas fue mayor que a 20 °C. Sin embargo en espinacas, si bien se informó severidad a los 21- 27 °C, los síntomas fueron aún más graves en los meses de invierno cuando las temperaturas de la solución nutritiva fueron

bajas. En experiencias realizadas en Brasil con cepas de *P. dissotocum* aisladas de cultivo hidropónico de *Solanum lycopersicum* (tomate), el mayor crecimiento se obtuvo a temperatura de 30 °C, siendo de 23 mm/día y el menor de 12 mm/día a 15°C (da Silva Patekoski & Pires Zottarelli, 2009). Para Middleton (1943) la temperatura óptima de crecimiento fue de 28 °C y la máx. 34 °C y para van der Plaats-Niterink (1981) la ópt. fue de 20-25 °C y la máx. 35 °C. En un cultivo hidropónico de rúcula, la temperatura ópt. de crecimiento fue de 27 °C y la máx. de 35°C (Baptista, 2007). En el presente estudio las temperaturas obtenidas: mín. 5 °C, ópt. 20 - 28 °C, máx. > 35 °C y la tasa diaria de crecimiento de 16 mm/día en APG a 25 °C, guardan relación con los informados por otros autores. Las diferencias podrían deberse a los medios de cultivo utilizados y a características propias de los aislamientos.

## ***PYTHIUM GRAMINICOLA* Subramaniam (1928)**

Syn: *Pythium graminicola* var. stagni Höhnk. 1953

El aislamiento fue identificado como *P. graminicola* de acuerdo a la descripción de van der Plaats-Niterink (1981) basada en el neotipo CBS327.62, Frezzi (1956) y Dick (1990).

*P. graminicola* fue descrita por primera vez por Subramaniam (1928) en India, aislada de raíces de trigo afectadas. Es un patógeno cosmopolita, que produce tizón de plántulas, podredumbre de la corona y raíces. Afecta numerosas gramíneas (Poaceae), entre ellas: *Agropyron* sp. (agropiro), *Agrostis* sp. (agrostis), *Avena sativa* (avena), *Oryza sativa* (arroz), *Saccharum officinarum* (caña de azúcar), *Hordeum vulgare* (cebada), *Bromus inermis* (cebadilla), *Secale cereale* (centeno), *Zea mays* (maíz), *Panicum miliaceum* (mijo), *Poa* sp. (poa), *Sorghum vulgare* (sorgo) y *Triticum aestivum* (trigo), causando un daño considerable a las raíces de los cereales y gramíneas en condiciones de suelo húmedo y cuando prevalece el monocultivo (Farr & Roosman, 2014).

### **1. ORIGEN DE LOS AISLAMIENTOS**

El aislamiento AKIK114.1.2 fue obtenido de plantas de *Pennisetum clandestinum* Hochst. (kikuyo) procedentes de 2 jardines de la zona norte del Gran Buenos Aires (Partido de Pilar).

### **2. SINTOMATOLOGÍA**

**2.1. *Pennisetum clandestinum* (Poaceae):** Es una especie de gramínea (césped) de crecimiento PVO (primavera, verano, otoño) utilizada en zonas cálidas de la Argentina. En dos jardines de la zona norte del Gran Buenos Aires (Partido de Pilar) en diciembre de 2012, se observaron manchones amarillentos de forma circular. La enfermedad se inició a fines de primavera y continuó durante el verano. Las plantas evidenciaron en sus hojas un acentuado amarillamiento. Al descalzarlas se observaron raíces con severa pudrición, menor desarrollo y ennegrecimiento. En el césped se formaron parches de tipo circular con el centro seco por la mortandad de plantas. Anteriormente esta enfermedad fue observada por Grijalba & Palmucci (2011), en la primavera de 2009 y

en el verano de 2010, en parques privados de las localidades de San Isidro y Martínez, en relevamientos en jardines y ventas al público (Fig. 22).

### ***PYTHIUM GRAMINICOLA***



**Fig. 22:** *Pythium graminicola*. a) Síntomas de amarillamiento del césped. b) Manchones vacíos por mortandad de plantas.

**2.2. Pruebas de patogenicidad:** Estas fueron efectuadas en oportunidad de obtenerse el primer aislamiento en 2010 (Grijalba & Palmucci, 2011). Se utilizaron panes de césped comercial y en contacto con las raíces y estolones se colocó agar con desarrollo del oomycete (método descrito en el ítem 5.2 Materiales y Métodos). Luego de 30 días las plantas de kikuyo presentaron hojas uniformemente amarillas y raíces marrón

amarillentas y podridas. Las plantas finalmente murieron. El reaislamiento del organismo causal, cuyas características fueron idénticas a las del aislamiento inicial, permitió completar los postulados de Koch. Las plantas control no expresaron síntomas.

### **3. CARACTERIZACIÓN CULTURAL Y MORFOLÓGICA**

#### **3.1. Caracterización de la colonia**

Micelio blanco aéreo de poco crecimiento, patrón arrosado en APG, crecimiento subsuperficial con leve patrón radial en AHM. Las temperaturas cardinales fueron mín. 15 °C; ópt. 30 °C; y máx. >35 °C., con una tasa diaria de crecimiento de 20 mm en APG a 25 °C. El aislamiento AKIK 114 fue depositado en la *World Oomycete Genetic Resource Collection* (WOC) con el número P19707 y en la Cátedra de Fitopatología de la FAUBA (AKIK 114).

#### **3.2. Caracterización morfológica**

En los preparados microscópicos se observaron hifas cenocíticas con protoplasma granular y numerosos apresorios subesféricos o irregulares. Hifa principal >6 µm diám. Esporangios terminales o intercalares lobados de tipo irregular. En los tejidos de hojas de *Agrostis* desarrollaron oogonios, anteridios y oosporas. Oogonios terminales o intercalares, globosos de pared lisa, (20-) 21-23 (-25) ( $\bar{x}$ : 22) µm diám.; 1 a 7 anteridios por oogonio, predominantemente monoclinos, algunos diclinos, con presencia de tubos de fertilización; oosporas pleróticas lisas de pared gruesa (Figs. 23-26).

### **4. CARACTERIZACIÓN MOLECULAR**

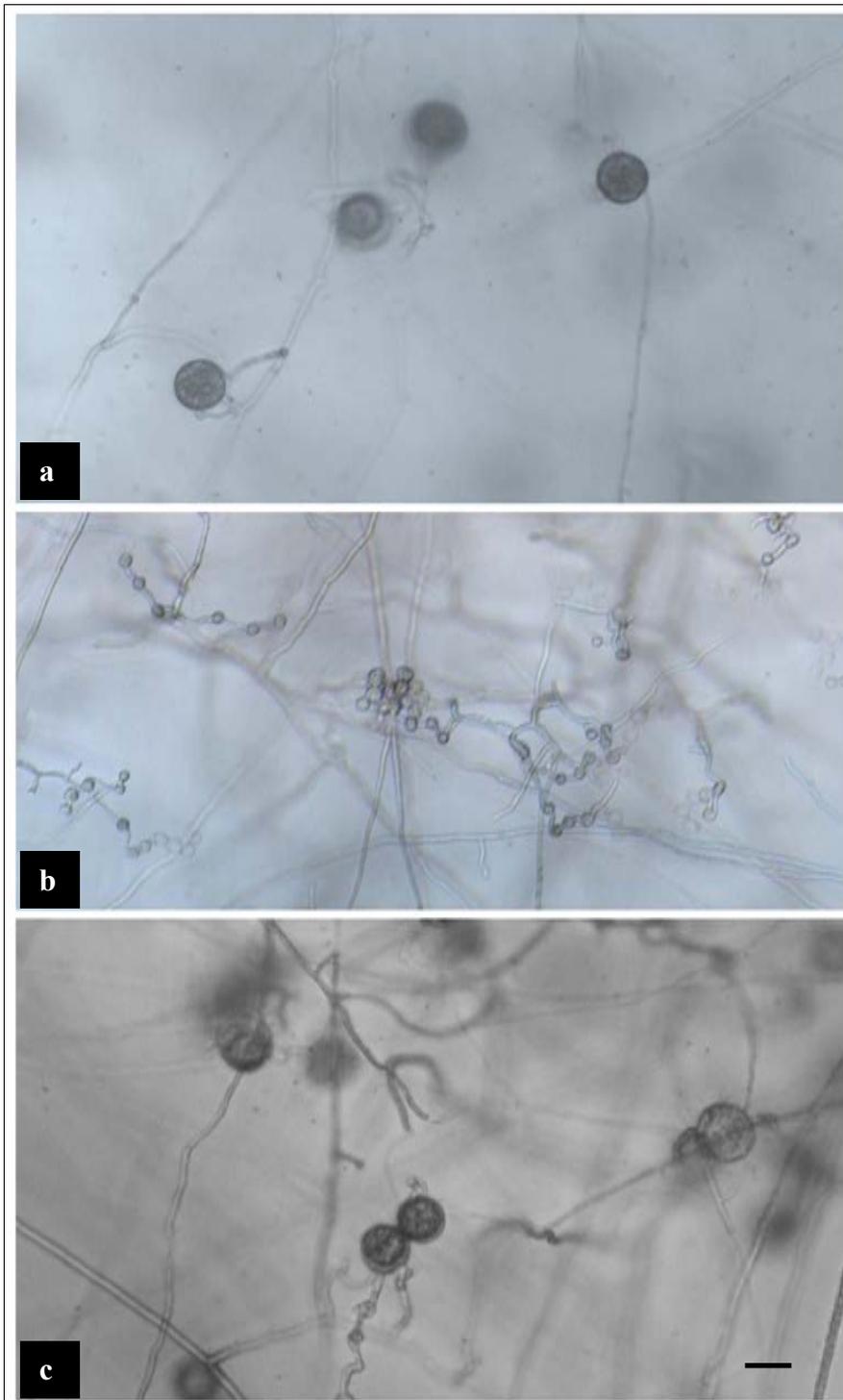
Se amplificó y secuenció la región ITS mediante los primers generales ITS4 e ITS5 (Grijalba & Palmucci, 2011) y la región Beta Tubulina mediante los primers BT5 y BT6 (Grijalba & Palmucci, 2013). Ambas secuencias se alinearon con las secuencias disponibles del GenBank, observándose un 100% de homología con *Pythium graminicola* AY598625 y 99% con DQ071309.

Como características diferenciales de esta especie podemos citar la presencia de anteridios predominantemente monoclinos; el tamaño de los oogonios 20-25 ( $\bar{x}$ : 22) µm y los esporangios lobulados. *P. graminicola* filogenéticamente se ubica en el agrupamiento o clado B1d *P. vanterpoolii* (Lévesque & de Cock, 2004) junto a *P.*

*vanterpoolii*, *P. arrhenomanes*, *P. aristoporum*, *P. torulosum*, *P. inflatum*, *P. phragmitis* y *P. peritium*. Entre estos *P. arrhenomanes* si bien presenta oosporas pleróticas, se diferencia por tener un número mayor de anteridios (15-20), mayormente diclinos. *P. aristoporum* presenta oosporas apleróticas, anteridios diclinos, 8-10 anteridios por oogonio y oogonios más grandes. De *P. torulosum* y *P. vanterpoolii*, ambos predominantemente con anteridios monoclinos y oosporas pleróticas; difiere en que éstos forman 1-2 anteridios por oogonio y oogonios de menor tamaño entre 11-22 ( $\bar{x}$ : 15)  $\mu\text{m}$ , en *P. torulosum* y en *P. vanterpoolii* 11-22 ( $\bar{x}$ : 19)  $\mu\text{m}$ . De *P. myriophyllum* se diferencia por sus oosporas pleróticas y diferentes relaciones temperatura–crecimiento. *P. inflatum* presenta sólo anteridios diclinos y 1-2 por oogonio (van der Plaats Niterink, 1981). Lévesque & de Cock (2004) realizaron un amplio análisis molecular y filogenético donde compararon 116 especies de *Pythium* representativas en GenBank con los ex-tipo correspondientes, entre sus conclusiones afirman que “*P. peritium* es sinónimo de *P. graminicola* por presentar idénticas secuencias de ITS y similitudes morfológicas, y que difieren en el tamaño del oogonio y la estricta presencia de esporangios filamentosos”. Idénticos resultados fueron reportados por Lodhi (2007) considerando sus análisis de ITS y LSU.

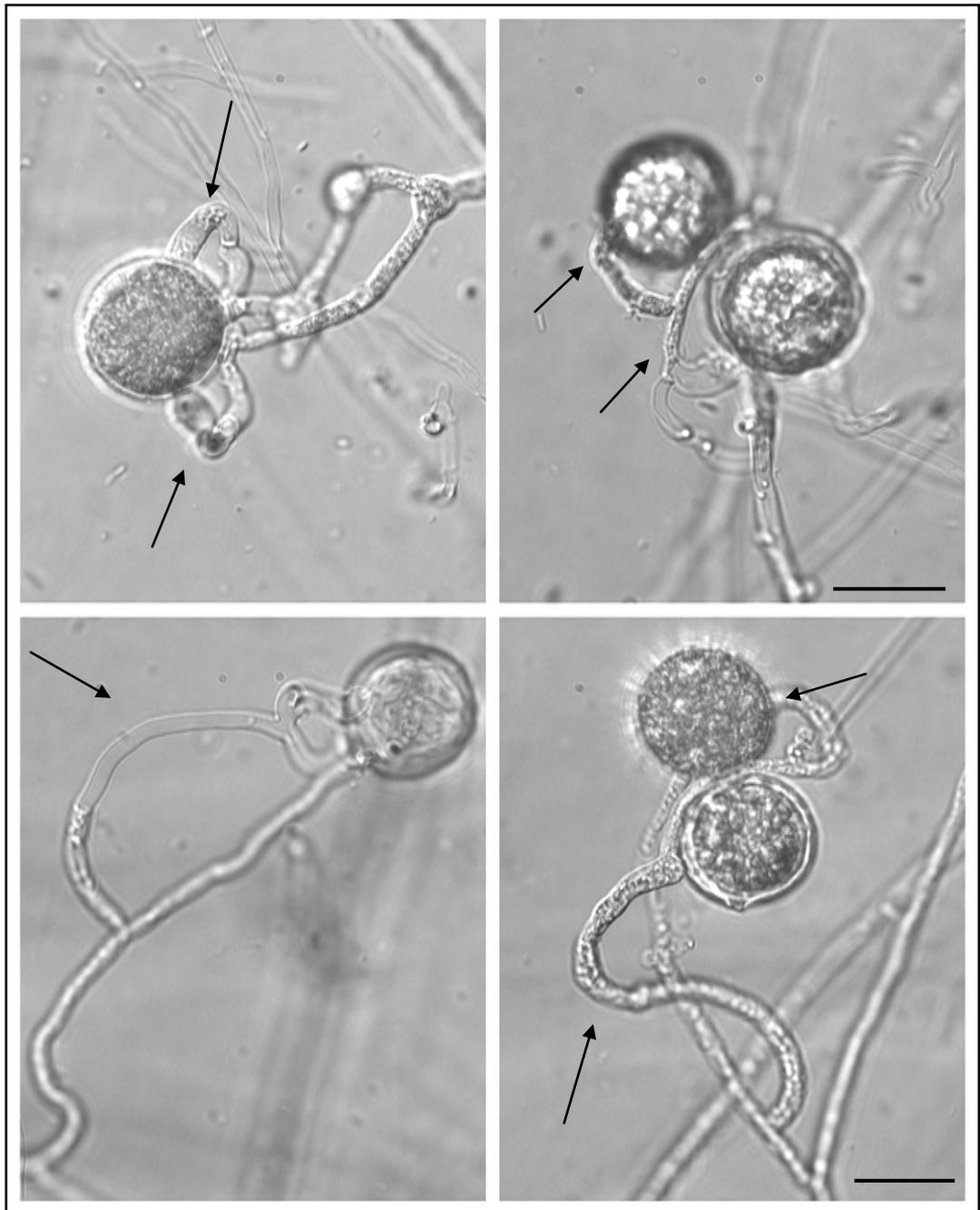
- ✓ Las características culturales, morfológicas y los resultados del análisis molecular permitieron identificar a *Pythium graminicola* como el causante del “Amarillamiento y Podredumbre de raíces del kikuyo” en la República Argentina, siendo éste el primer registro en el país (Grijalba & Palmucci, 2013). Nuevamente fue confirmada su aparición durante los relevamientos posteriores.

***PYTHIUM GRAMINICOLA***



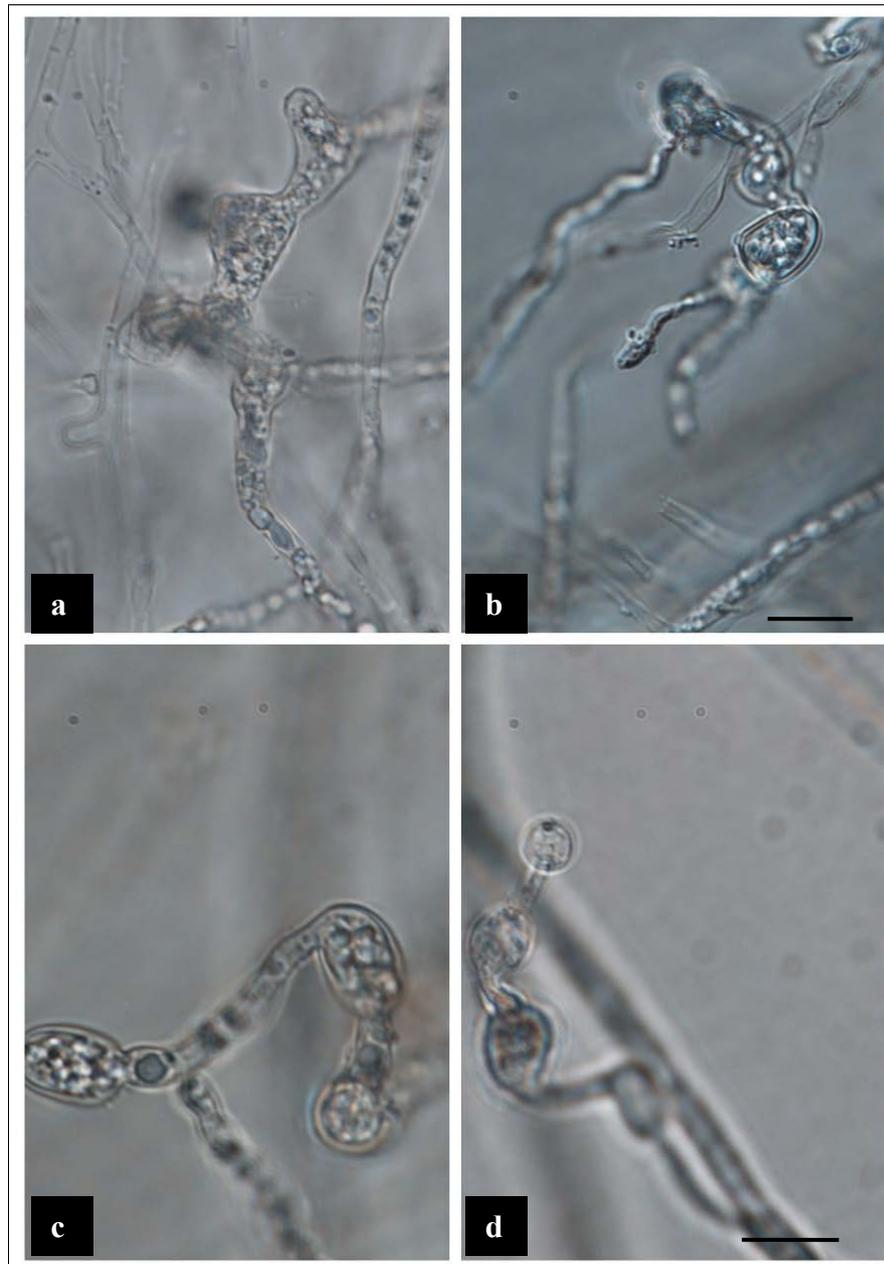
**Fig. 23:** *Pythium graminicola*. a, c) Oogonios y anteridios. b) Apresorios. BAR= 30  $\mu$ m.

*PYTHIUM GRAMINICOLA*



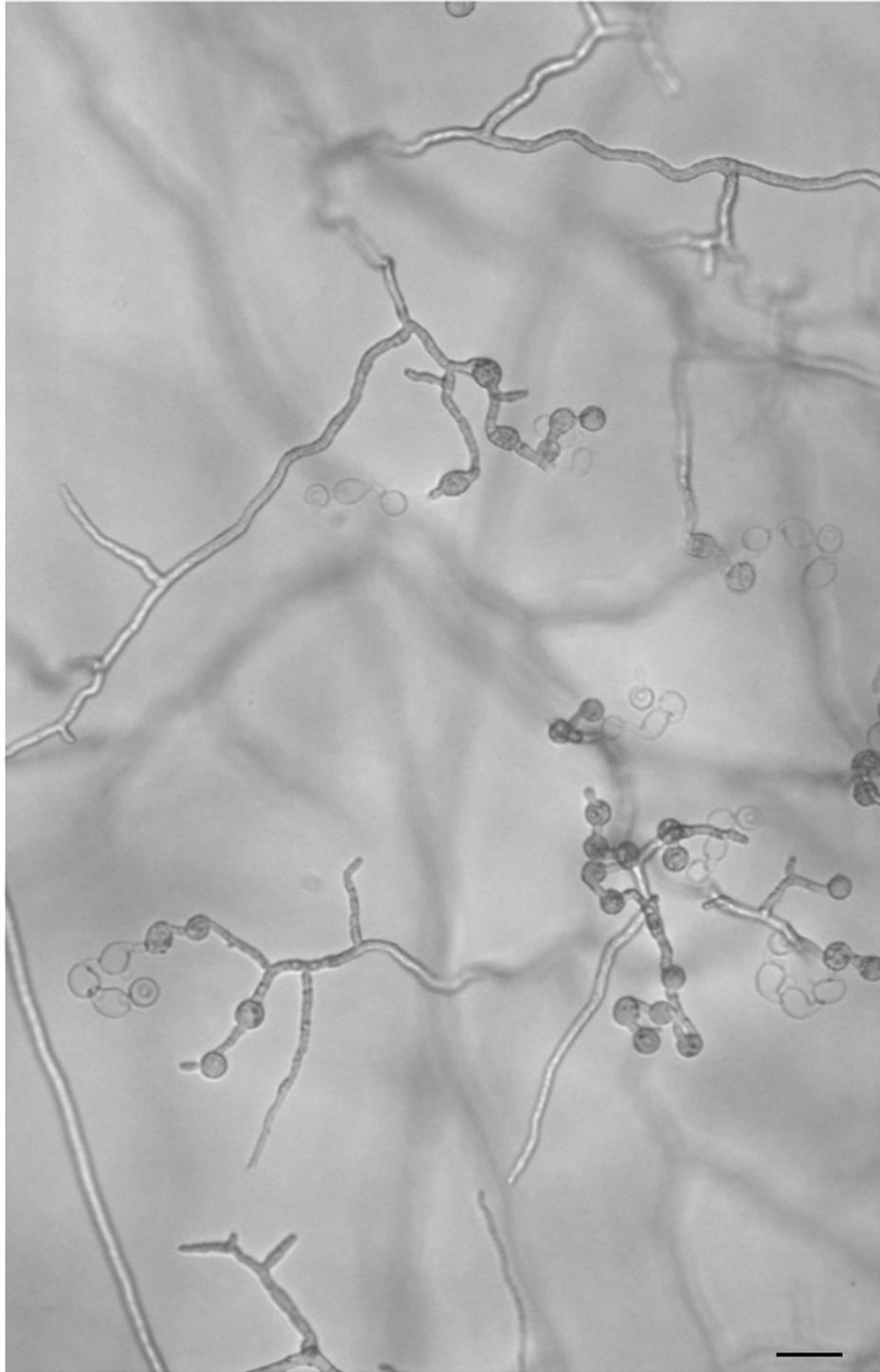
**Fig. 24:** *Pythium graminicola*. Oogonios terminales, globosos de pared lisa y anteridios monoclinos 1-2. BAR= 20  $\mu$ m.

***PYTHIUM GRAMINICOLA***



**Fig. 25:** *Pythium graminicola*. a, b) Esporangios lobulados de tipo irregular. c, d) Apresorios. BAR= 10  $\mu$ m.

***PYTHIUM GRAMINICOLA***



**Fig. 26:** *Pythium graminicola*. Detalle de apresorios formados en medio de cultivo APG. BAR= 30  $\mu$ m.

## 5. RANGO DE HOSPEDANTES Y DISTRIBUCIÓN MUNDIAL

*P. graminicola* afecta muchos géneros y especies de la familia Poaceae: *Agropyron* sp., *Agrostis* sp., *Avena* sp., *Bromus* sp., *Festuca* sp., *Hordeum* sp., *Lolium* sp., *Oryza sativa*, *Panicum* sp., *Poa* sp.; *Phleum* sp., *Saccharum* sp., *Sorghum* sp., *Stipa* sp., *Setaria* sp. *Secale cereale*, *Triticum* sp., *Zea mays* (En: <http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>).

Se distribuye en los siguientes continentes y países: Africa (Mauricio, Sudáfrica, Sudán); Asia (Ceilán, India, Indonesia, Malasia, Filipinas, Taiwán); Australasia y Oceanía (Australia, Hawaii); Europa (Inglaterra, Francia, Italia); América del Norte (Canadá, México, Estados Unidos.); América Central y Antillas (Honduras Británicas (actualmente Belice), Jamaica, Puerto Rico, El Salvador); América del Sur (Argentina) (Waterhouse & Waterston, 1992).

Posteriormente a su primer aislamiento (Subramanian, 1928) fue citado: en Australia (Birch, 1986) afectando caña de azúcar; en Brasil (Carvalho & Dec., 1965 citado por Lodhi, 2007) causando podredumbre radicular en ananá y caña de azúcar; en Canadá (Hsiang *et al.*, 1995) provocando *dieback* en céspedes; en Corea causando tizón foliar en céspedes de canchas de golf (Kim & Park, 1999); en China Yu & Ma (1989) efectuaron un relevamiento del género *Pythium* y posteriormente Wu *et al.* (1990), citado por Ho (2013) confirmaron a *P. graminicola* como el agente causal de la podredumbre del pie en maíz y Xue (2003), citado por Ho (2013) lo reportó afectando céspedes de *Festuca rubra*, *Lolium perenne* y *Poa pratensis*. En Egipto (Abdelzaher *et al.*, 2004) y en Francia (Rouhani *et al.*, 1979) informaron su aislamiento desde la microflora de maíz; en India fue reportado como patógeno de *Curcuma* (Rao, 1995). Además fue citado afectando trigo en Pakistan (Lodhi, 2007); caña de azúcar en Puerto Rico (Valle-Lamboy & Ayala, 1980), como causante de podredumbre de raíces de ananá en Thailandia (Pornsuriya *et al.*, 2008) y afectando *Lolium* en Nueva Zelanda (Robertson, 1980). En Estados Unidos fue hallado afectando pimiento (Chellemi *et al.*, 2000).

## 6. ANTECEDENTES EN ARGENTINA

*P. graminicola* fue aislado por Frezzi (1956) de plantas de maranta (*Maranta arundinacea*) con menor desarrollo y cloróticas a causa de podredumbre de raíces. Años más tarde fue reportado como patógeno de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) (Vázquez de Ramallo, 1985) (Tabla 1).

No se hallaron citas de otras especies de *Pythium* afectando *Pennisetum clandestinum*.

## 7. COMENTARIOS

a) *Verrucalvus flavofaciens* Wong & Dick ocasiona en kikuyo una enfermedad con los mismos síntomas, además los aislamientos obtenidos comparten muchas características con ese patógeno, lo cual produjo su errónea identificación inicial (Grijalba & Palmucci., 2011). Grijalba (2013) al análisis realizado con el marcador ITS, agregó la utilización de Beta tubulina, con lo cual se logró dar mayor robustez a los resultados de la secuenciación, lo que permitió definir la correcta identificación de la especie como correspondiente a *P. graminicola*.

b) van der Plaats-Niterink (1981) para *P. graminicola* reportó temperaturas cardinales mín. 5 °C, ópt. 30 °C, máx. > 38 °C y una tasa de crecimiento de 20 mm/día en agar papa zanahoria (APZ) a 25 °C. Las especies agrupadas en el cluster B1d que incluye a *P. graminicola* se caracterizan por presentar altas temperaturas de crecimiento, siendo la ópt. 30 °C y la máx. 40 (Lévesque & de Cock, 2004). Estudios posteriores reportaron el crecimiento diario en diferentes medios de cultivo: 25 mm en AHM, 27 mm en APD, 21 mm en APZ y 33 mm en CMDA-dextrosa agar harina de maíz (Lodhi, 2007). En el presente estudio se verificaron temperaturas de crecimiento mín. 15°C; ópt. 30 °C; y máx. >35 °C y una tasa diaria de crecimiento de 20 mm en APG a 25 °C.

## II. ESPECIES CON ESPORANGIOS ESFÉRICOS, SUBESFÉRICOS O ELIPSOIDALES

### A. OOGONIOS LISOS

#### ***PYTHIUM CYLINDROSPORUM* Paul (1992)**

Syn: *Globisporangium cylindrosporum* (B. Paul) Uzuhashi, Tojo y Kakish (2010)

La identificación se realizó utilizando las claves taxonómicas de van der Plaats-Niterink (1986) y el trabajo publicado por Paul (1992) y fue confirmado por métodos moleculares. Paul describió por primera vez esta nueva especie proveniente de muestras de suelo recolectadas en Alemania (Paul, 1992). El espécimen tipo se halla depositado con la identificación CBS218.94.

#### 1. ORIGEN DE LOS AISLAMIENTOS

Dos aislamientos de ALI11 fueron obtenidos de plantas de *Eustoma grandiflorum* (lisianthus, lisianto) de reciente implantación, creciendo en un cultivo bajo invernáculo ubicado en la localidad de Abasto-Partido de La Plata (Colección Ing. Wolcan, 2005).

#### 2. SINTOMATOLOGÍA

**2.1. *Eustoma grandiflorum*** (Gentianaceae): Especie originaria de las praderas húmedas del sur de los Estados Unidos y norte de México (Melgares de Aguilar, 1996). Se cultiva como planta ornamental por su colorida floración y alta productividad. Se produce principalmente en Europa, Japón y Estados Unidos. En la Argentina, las primeras variedades de lisianto fueron introducidas en la década del ochenta en Florencio Varela, por productores de origen japonés, dedicados al cultivo de flor de corte (Schon, 1997 citado por Barbaro *et al.*, 2009).

El plantas de primer repique se observaron síntomas que desarrollaron lentamente: redujeron su crecimiento, perdieron turgencia, el tejido se necrosó y las plantas murieron, presentando escaso sistema radicular a causa de pudrición.

El aislamiento AL111 fue usado en pruebas de patogenicidad en lechuga y plantines florales.

**2.2. Pruebas de patogenicidad:** Para cumplir con los Postulados de Koch se hicieron inoculaciones en plantines de lisianto. Además, por tratarse de un patógeno nuevo en el país y con escasos hospedantes citados en el mundo, se inocularon plantines de *Impatiens wallerana* (alegría del hogar), (*Dianthus deltoides* (clavelina), *Lactuca sativa* (lechuga) (método descrito en Materiales y Métodos ítem 5. 2).

Los plantines de lisianto inoculados manifestaron síntomas semejantes a los observados en infecciones naturales. A los 5 días desde la inoculación las hojas perdieron turgencia y finalmente se marchitaron, el sistema radicular presentó pudrición. Ocasionó los mismos síntomas en plantas de alegría del hogar, con alta patogenicidad, y en clavelina, la cual fue moderadamente afectada. Todos los plantines testigo permanecieron sanos.

*P. cylindrosporium* ha sido reportado afectando lechuga (Van Beneden *et al.*, 2009). Debido a eso se realizaron inoculaciones en plantines de *Lactuca sativa* var. Mantecosa, creciendo en macetas y en cultivos hidropónicos ubicados en instalaciones del Instituto de Floricultura-INTA Castelar. En estos últimos, se usó un sustrato inerte, bajo un sistema de producción sin suelo cerrado con aporte de solución nutritiva Enshi (CETEFFHO). El inóculo se aplicó a razón de 9 gramos/ maceta. En ambas inoculaciones (plantines en maceta e hidroponía) se produjeron los mismos síntomas: el crecimiento fue drásticamente reducido, las hojas perdieron turgencia y se necrosaron debido a la pudrición de las raíces, observándose una alta mortandad de plantines. Las plantas no inoculadas crecieron normalmente (Palmucci *et al.*, 2008a) (Fig. 27).

### **3. CARACTERIZACIÓN CULTURAL Y MORFOLÓGICA**

Ambos aislamientos presentaron idénticas características morfológicas y comportamiento cultural.

#### **3.1. Caracterización de la colonia**

En APG y AHM formó escaso micelio aéreo blanco con patrón de crecimiento radial (Fig. 29). Las temperaturas cardinales fueron: mín. 5 °C, ópt. 28 °C, máx. > 35 °C

y su crecimiento promedio diario a 20 °C en APG fue de 25 mm /día. El aislamiento ALI111 fue depositado en la *World Oomycete Genetic Resource Collection* (WOC) con el número de acceso P19661.

### 3.2 Caracterización morfológica

Micelio hialino, ramificado, cenocítico en colonias jóvenes, con presencia de tabiques en colonias más antiguas. En agua desarrolló engrosamientos en las puntas de las hifas, gruesas con > 10 µm diám. Esporangios terminales, en su mayoría esféricos, de 13-22 ( $\bar{x}$ : 20) µm diám., otros, ovales, piriformes, con forma de “maní” o cilíndricos de 32-50 µm long., 20-30 µm diám. mayor y 13-15 µm. diám. menor. A diferencia de lo citado por Paul (1991) los esporangios liberaron abundante cantidad de zoosporas. Cuando se sembraron en hojas de *Agrostis* sp. flotando en agua se observaron oogonios esféricos de 12-30 ( $\bar{x}$ : 16,4) µm diám.; terminales esféricos o intercalares alargados; oosporas mayormente esféricas, 9,5-24,5 ( $\bar{x}$ : 13,2) µm diám, apleróticas en oogonios grandes o cilíndricos, no se observaron constricciones, pared de 1-2 µm; con anteridios principalmente monoclinos, a veces diclinos, usualmente 1, a veces 2 (Figs. 28-31).

## 4. CARACTERIZACIÓN MOLECULAR

Al comparar la secuencia ITS del aislamiento de Argentina se obtuvo un 100% de homología con la secuencia tipo AY598643 para *P. cylindrosporum*. Filogenéticamente esta especie se ubica en el cluster o agrupamiento F (Lévesque & de Cock, 2004), junto con *P. sylvaticum*, *P. irregulare* y *P. regulare*. De estas especies la más común es *P. irregulare*, seguida por *P. sylvaticum*, patógenas de numerosos hospedantes. *P. cylindrosporum* y *P. regulare* son poco frecuentes. A la fecha *P. cylindrosporum* ha sido aislada de suelo (Paul, 1992) y unos pocos hospedantes que se mencionan en el punto 5, en tanto *P. regulare* fue aislado de suelo en las Islas Canarias (Masih & Paul, 2003). De acuerdo a (Lévesque & de Cock, 2004), las secuencias del ITS de *P. cylindrosporum* y de *P. regulare* son idénticas, sin embargo son morfológicamente muy diferentes.

- ✓ El resultado positivo de las pruebas de patogenicidad y las caracterizaciones morfológicas, culturales y moleculares permiten identificar a *Pythium cylindrosporium* como agente causal de *Pudrición radicular y marchitamiento del lisiante*. Este es el primer registro en Argentina de *P. cylindrosporium*. Además se comprobó su patogenicidad en *Impatiens wallerana*, *Dianthus deltoides* y *Lactuca sativa* var. *Mantecosa*. Es la primera cita a nivel mundial de estas asociaciones y de *P.cylindrosporium* afectando lisiante.

## 5. RANGO DE HOSPEDANTES Y DISTRIBUCIÓN MUNDIAL

Paul (1992) identifica como una nueva especie a *P. cylindrosporium* aislada de suelo en Alemania. Posteriormente Moorman *et al.*, (2002) lo aislan de plantas de conejito (*Antirrhinum majus*), durante el relevamiento de enfermedades en cultivos florales bajo invernáculo en Pensilvania-USA. En 2009, fue reportada en Bélgica causando *Podredumbre basal en lechuga* creciendo bajo invernáculo (Van Beneden *et al.*, 2009). Díaz Celaya *et al.* (2011) al efectuar el relevamiento de enfermedades en el estado de Michoacán, México, durante los años 2008 y 2009, reportan tres aislamientos que mostraron una similitud del 99-100% con *P. cylindrosporium* (AY598643). Recientemente fue reportado durante un relevamiento de cultivos florales bajo invernáculo en Long Island-Nueva York-USA, sin especificar hospedantes desde donde fue aislado (Garrido *et al.*, 2012).

## 6. ANTECEDENTES EN ARGENTINA

No se hallaron registros previos en el país sobre la presencia de *P. cylindrosporium* ni de otras especies de *Pythium* afectando *Eustoma grandiflorum*.

## 7. COMENTARIOS

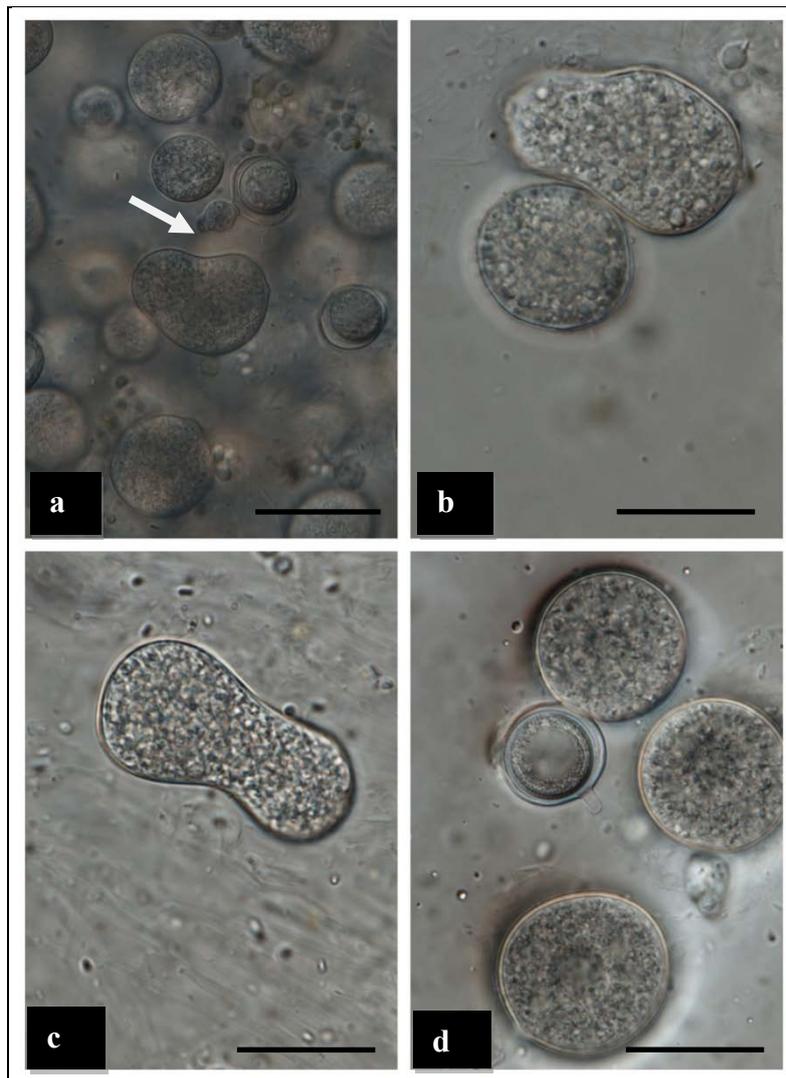
Díaz Celaya *et al.* (2011) citan en su publicación que las cepas aisladas de *P. cylindrosporium* no crecieron a 35 °C. Paul (1992), en su trabajo de descripción de la nueva especie no cita diferentes temperaturas de crecimiento, sólo informa que su crecimiento a 25 °C en AHM y APZ fue de 27-30 mm/día. En el presente trabajo las temperaturas fueron mín. 5 °C, ópt. 28 °C, máx. > 35 °C y su crecimiento promedio diario a 20 °C en APG fue de 25 mm /día.

## *PYTHIUM CYLINDROSPORUM*



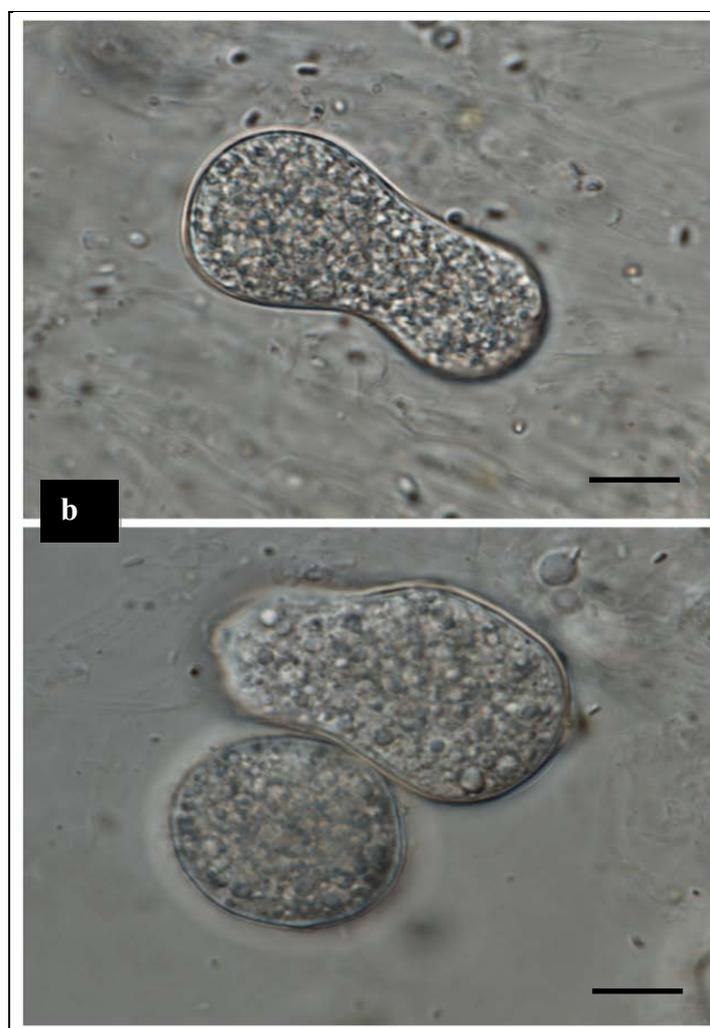
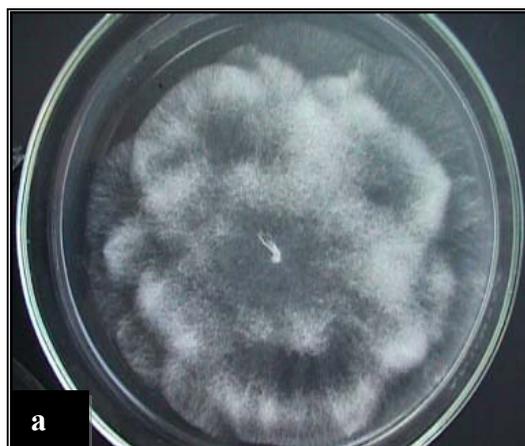
**Fig. 27:** *Eustoma grandiflorum*. a) Plantines luego de 5 días de inoculados, manifestando pérdida de turgencia en las hojas y testigos sanos. *Lactuca sativa* var. **Mantecosa**. b) Plantines inoculados y testigos. c) Plantas creciendo en un cultivo hidropónico con recirculación de lixiviados, a los 7 días de la aplicación del inóculo. d) Plantas sanas. e) A la izquierda planta inoculada con escaso crecimiento, a la derecha planta testigo sin inocular. f) Hilera de plantas sanas sin inocular.

***PYTHIUM CYLINDROSPORUM***



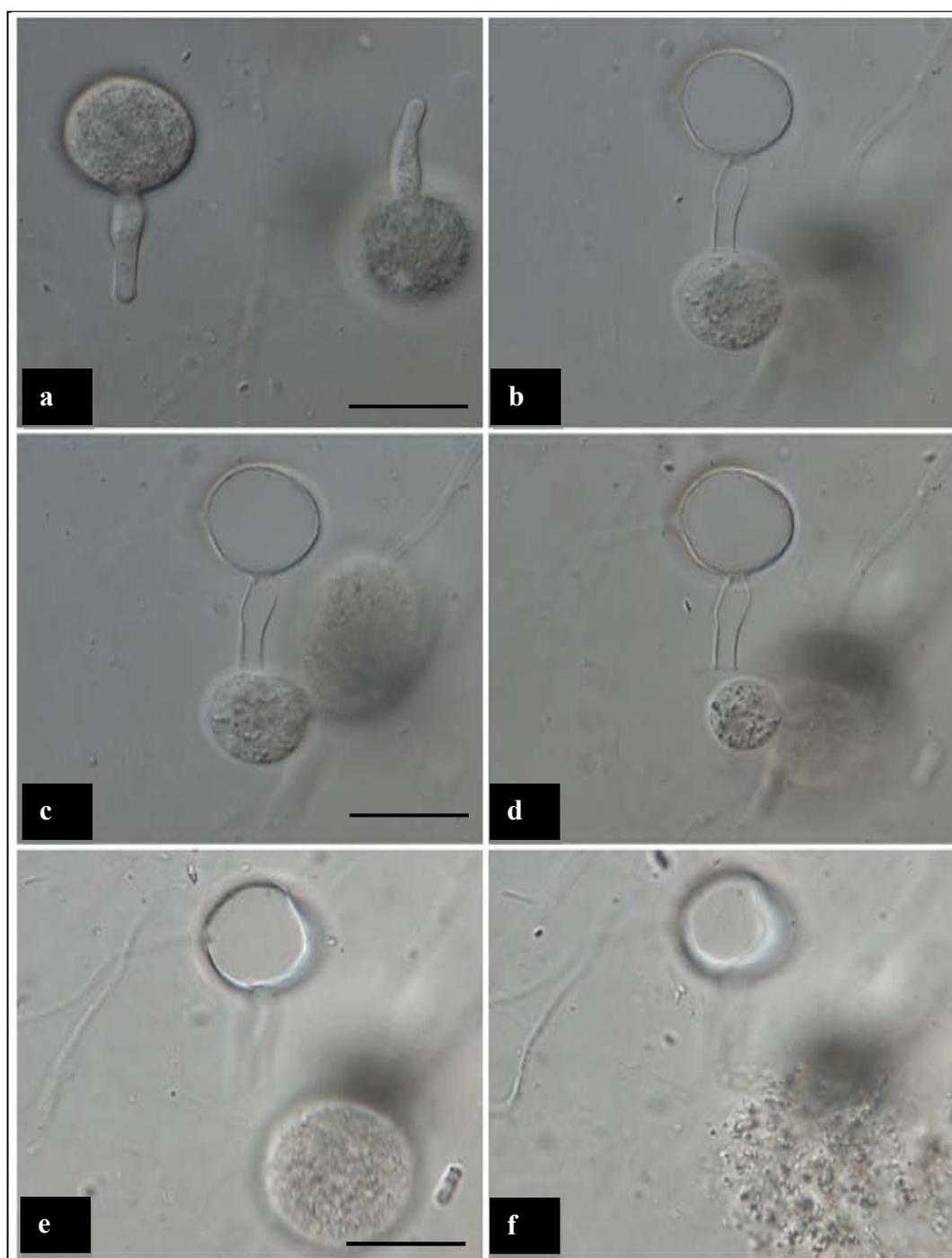
**Fig. 28:** *Pythium cylindrosporum*. Esporangios típicos: a) Conjunto de esporangios esféricos. En zona central de tipo piriforme. BAR= 30  $\mu$ m. b) Con forma típica de “maní”. BAR= 20  $\mu$ m. c) De tipo cilíndrico con centro contraído. BAR= 20  $\mu$ m. d) Esféricos. BAR= 20  $\mu$ m.

***PYTHIUM CYLINDROSPORUM***



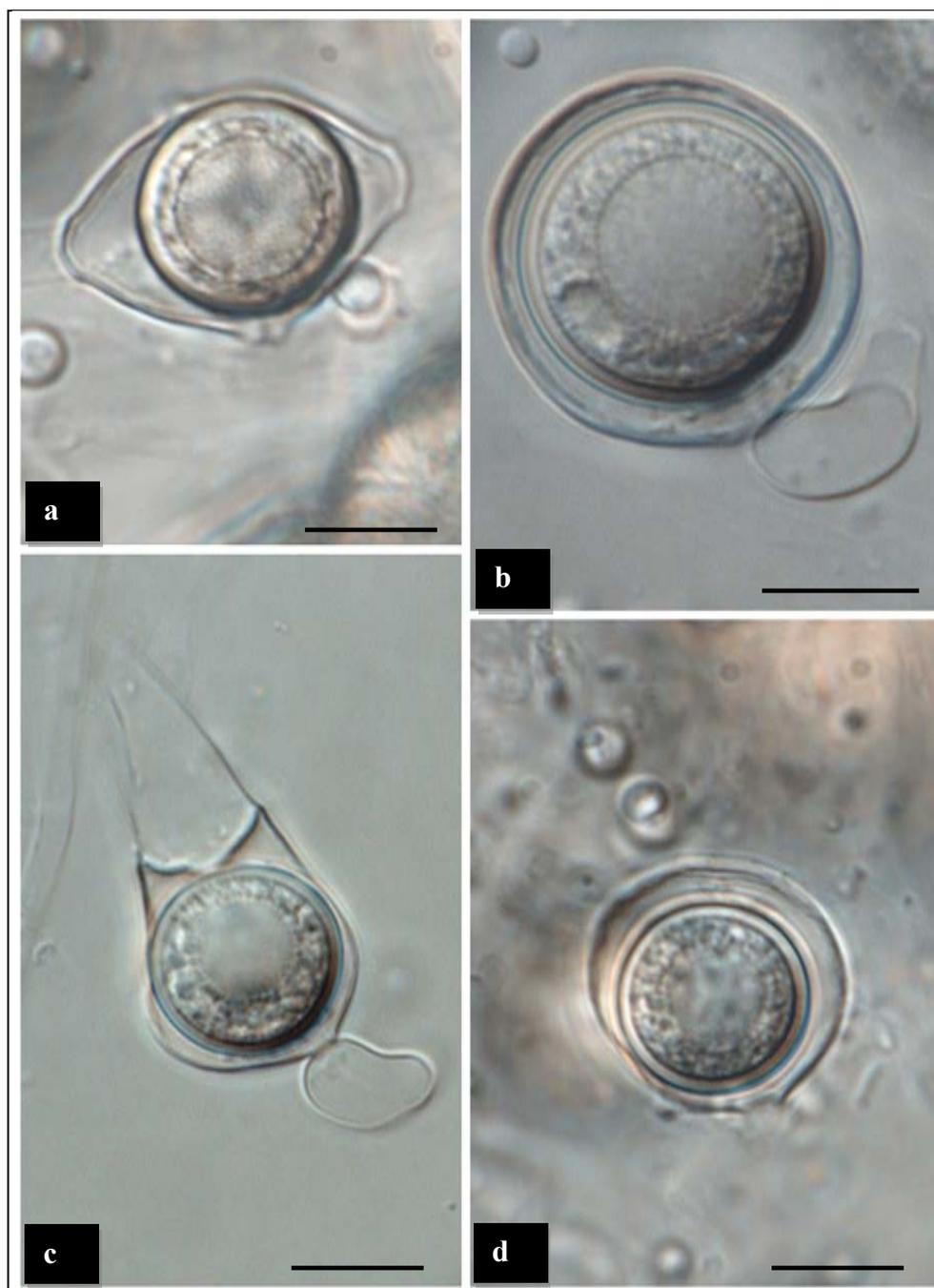
**Fig. 29:** *P. cylindrosporum*. a) Desarrollo de una colonia a los 7 días en APG. b) Esporangio típico cilíndrico con forma de maní (20-25 x 30-32  $\mu\text{m}$ ). BAR= 10  $\mu\text{m}$ .

***PYTHIUM CYLINDROSPORUM***



**Fig. 30: *Pythium cylindrosporum*** a) Esporangio con tubo de pasaje hacia la vesícula desde donde se descargan las zoosporas. b-f) Secuencia de la descarga de zoosporas. BAR= 20 $\mu$ m.

## *PYTHIUM CYLINDROSPORUM*



**Fig. 31:** *Pythium cylindrosporum*. a) Oogonio intercalar con oospora aplerótica. b) Oogonio con oospora aplerótica y anteridio monoclino. c) Oogonio con base cónica, oosporas semiaplerótica, y anteridio monoclino. d) Oogonio con oospora aplerótica. BAR= 10  $\mu$ m.

## ***PYTHIUM SYLVATICUM* Campbell & Hendrix (1967)**

Syn=*Globisporangium sylvaticum* Campbell & Hendrix Uzuhashi, Tojo & Kakish. (2010)

El aislamiento fue identificado como *P. sylvaticum* Campbell & Hendrix de acuerdo a la descripción de van der Plaats-Niterink (1981) y la clave taxonómica de Dick (1990) y fue confirmado por métodos moleculares. El primer reporte de esta especie, que fue aislada a partir del suelo, fue realizado por Hendrix & Campbell, en 1967 en Estados Unidos.

### **1. ORIGEN DE LOS AISLAMIENTOS**

*P. sylvaticum* se aisló de plantas de *Cyclamen persicum* Mill, (violeta de los Alpes, ciclamen) de la localidad de Abasto-La Plata y de *Lavandula angustifolia* (lavanda, espliego, alhucema) procedente de Magdalena, Provincia de Buenos Aires (Colección Ing. Wolcan, 2006 y 2005), asignándose respectivamente los códigos ACY104 y ALA110.

### **2. SINTOMATOLOGÍA**

**2.1 *Cyclamen persicum* (Primulaceae):** Herbácea perenne que se multiplica a partir de semillas y se cultiva a partir de un cormo enraizado. Es utilizada como planta en maceta y en decoración de jardines por su profusa floración invernal.

En invierno de 2006, plantas en maceta de *Cyclamen persicum* cultivadas en invernáculos comerciales en las cercanías de La Plata, fueron afectados por una nueva enfermedad. En estos viveros se observaron severas pérdidas en el stock de plantas debido a su marchitamiento y muerte. La enfermedad afectó plantas jóvenes y adultas. Los plantines de 2-3 meses de edad rápidamente se marchitaron y posteriormente murieron. En plantas adultas se observó amarillamiento de las hojas basales, comenzando desde los bordes hasta extenderse por toda la hoja. Finalmente las plantas se marchitaron y las hojas permanecieron adheridas al cormo. Las raíces presentaron decoloración y pudrición. La enfermedad fue favorecida por pobre drenaje y exceso de riego.

**2.2. *Lavandula angustifolia*** (Lamiaceae) es una planta nativa de la región mediterránea, utilizada para la ornamentación de jardines y por sus propiedades medicinales y aromáticas. En 2005 fueron recibidas en el CIDEFI-UNLP, plantas de lavanda de primer trasplante presentando menor crecimiento y pérdida de coloración de sus hojas. En algunos ejemplares la enfermedad produjo su muerte. El aislamiento de *Pythium* sp. obtenido fue mantenido en la colección de CIDEFI. Se recibe en 2008 para realizar pruebas de patogenicidad en otras variedades de ciclamen, en lavanda y en algunas especies florales.

**2.3. Pruebas de Patogenicidad:** Durante este estudio, para ciclamen se efectuaron inoculaciones en plantines de primer trasplante con 3-4 hojas y en plantas de 25 cm en macetas de 20 cm de diám., de variedades común y mini (en ambos ensayos se aplicó el método de inoculación descrito en Materiales y Métodos ítem 5.3b). En los plantines, a los cinco días de la inoculación, se observó clorosis en las hojas, con posterior marchitamiento y muerte, luego de 10 días. En las plantas adultas de la variedad común, las hojas basales se tornaron amarillentas y lentamente la enfermedad progresó sin afectar a las hojas superiores. En las variedades mini, los síntomas progresaron desde las hojas basales afectando toda la parte aérea, causando su marchitamiento a partir de los 20 días. En lavanda se inocularon plantas de primer trasplante que manifestaron síntomas de marchitamiento a partir de los 7 días desde la inoculación. Al descalzarlas se observó podredumbre radicular. Tanto en ciclamen como en lavanda, las plantas de control permanecieron asintomáticas y el reaislamiento de un Oomycete con idénticas características, permitió confirmar los postulados de Koch (Fig. 32).

Además se probó la patogenicidad de esta especie en inoculaciones artificiales (método descrito en Materiales y Métodos ítem 5.2) en otros plantines herbáceos: *Anthirrinum majus* L. (conejito) *Bellis perennis* L. (coqueta) *Senecio cruentus* Mass. (cineraria). Conejito y coqueta fueron muy susceptibles y presentaron amarillamiento de las hojas basales seguido de marchitamiento de toda la planta y finalmente muerte en 7 días. Cineraria fue levemente susceptible manifestando clorosis y necrosis de las primeras hojas pero continuando con su posterior crecimiento (Fig. 33).

### 3. CARACTERIZACIÓN CULTURAL Y MORFOLÓGICA

Los aislamientos provenientes de los dos hospedantes tuvieron idénticas características morfológicas y comportamiento cultural.

#### 3.1. Caracterización de la colonia

En APG a 20 °C desarrolló abundante micelio blanco algodonoso, de rápido crecimiento, con hifas aéreas en el borde de la caja de Petri. En AZ creció inmerso con patrón radial. En AHM formó micelio blanco aéreo sin un patrón de crecimiento. Las temperaturas cardinales fueron: mín. <5 °C, ópt. 20 - 28 °C y máx. >35 °C. El crecimiento diario fue de 22 mm/día a 20 °C en APG.

#### 3.2 Caracterización morfológica

Micelio cenocítico con abundantes apresorios simples o complejos con forma de hoz o de clava (falcados). No se observaron esporangios ni zoosporas. Presentó hinchamientos hifales frecuentemente esféricos o limoniformes, terminales o intercalares, diám. ( $\bar{x}$ : 20)  $\mu\text{m}$ ; en *Agrostis* sp. oogonios lisos, terminales e intercalares, 16-22 ( $\bar{x}$ : 20)  $\mu\text{m}$  diám.; 2-4 anteridios por oogonio, diclinos, ramas anteridiales ramificadas; oosporas appleróticas, 16 - 20 ( $\bar{x}$ : 18)  $\mu\text{m}$  diám. (Figs. 34-36).

*P. sylvaticum* es una especie usualmente heterotálica que ocasionalmente puede comportarse como homotálica (Campbell & Hendrix, 1967). No produce oogonios en el cultivo, salvo después de un largo período de mantenimiento y especialmente en aislamientos de comportamiento femeninos (van der Plaats-Niterink, 1981). El aislamiento ACY104 formó abundantes estructuras asexuales, sólo en un aislamiento de más de 4 años se hallaron escasos oogonios ya descritos.

### 4. CARACTERIZACIÓN MOLECULAR

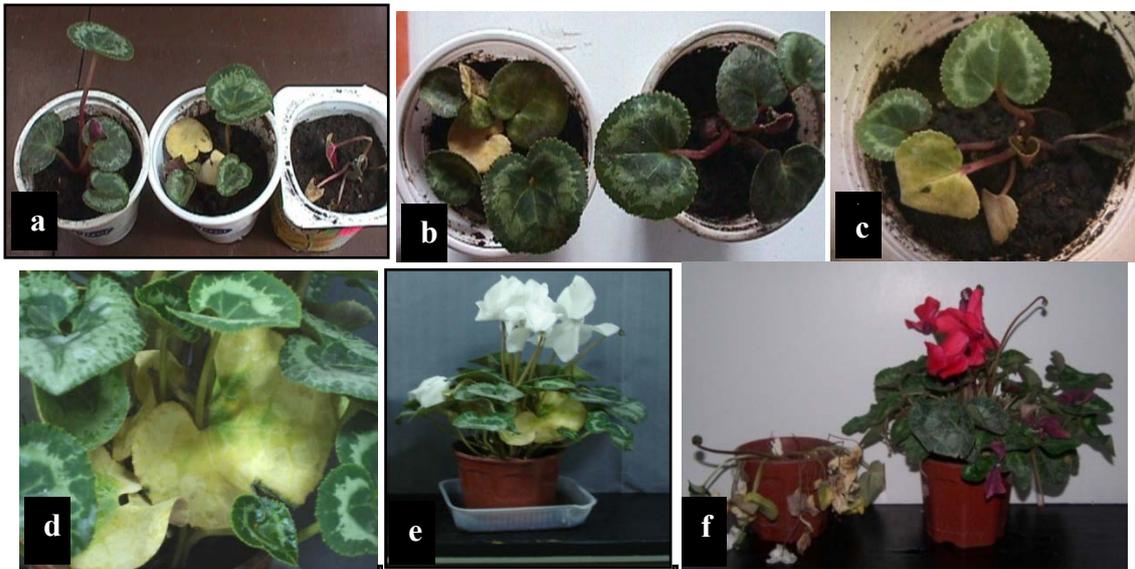
La secuencia obtenida (ITS4/ITS5) fue comparada en la base de datos NCBI con secuencias disponibles en GenBank. Se observó una homología del 100% (863/863) con la secuencia AY598645 correspondiente a *Pythium sylvaticum* (cultivo tipo CBS 453.67, obtenido por Lévesque & de Cock, 2004); con HQ643845- CBS453.67 (Robideau *et al.*, 2011-Barcode Project), entre otras. La secuencia fue depositada en

GenBank, asignándosele el número de acceso JF436947. Los aislamientos ACY104 y ALA110 se encuentran en las colecciones de la cátedra de Fitopatología- FAUBA y del CIDEFI.

*P. sylvaticum* se ubica en el clado F, el cual contiene especies de amplia distribución mundial, como *P. spinosum*, *P. irregulare*, *P. mamillatum* Meurs, *P. paraecandrum* Drechsler y otras, como *P. cylindrosporum* y *P. kunmingense* Y.N. Yu, las cuales han sido raramente aisladas (Lévesque & de Cock, 2004).

- ✓ El resultado positivo de las pruebas de patogenicidad, las caracterizaciones morfológicas, culturales y moleculares permitieron identificar a *Pythium sylvaticum* como agente causal de *Pudrición radicular* y *marchitamiento* de *Cyclamen persicum* y *Lavanda angustifolia*. Los síntomas ocasionados por *P. sylvaticum* fueron severos en plantas jóvenes de lavanda creciendo en maceta, causando mortandad en condiciones de elevada humedad e irrigación.
  
- ✓ De lo expuesto se concluye que este es el primer registro de esta especie en Argentina y el primer reporte de las asociaciones *P. sylvaticum-cyclamen* y *P. sylvaticum-lavanda* en el mundo.

***PYTHIUM SYLVATICUM***

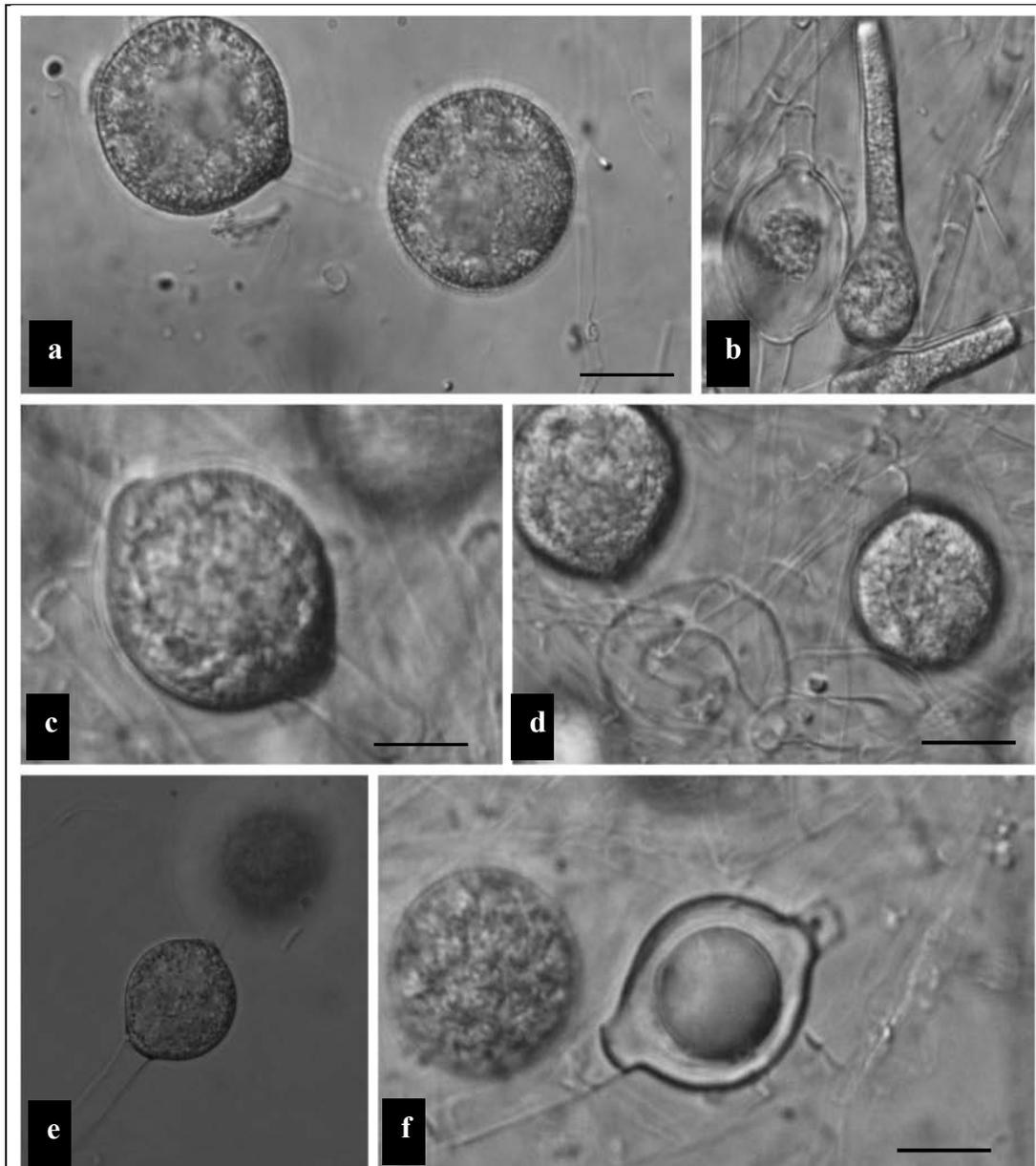


**Fig. 32:** *Cyclamen persicum*. a-c) Síntomas de amarillamiento de hojas por podredumbre radicular y basal en plantines inoculados. **Plantas adultas** d) Detalle de hojas con síntomas. e) Plantas inoculadas con clorosis en las hojas basales. f) Planta de *Cyclamen persicum* var. *Mini*, luego de 20 días desde la inoculación, manifestando necrosis de hojas por podredumbre en raíces y cormo, al lado de planta testigo sana.



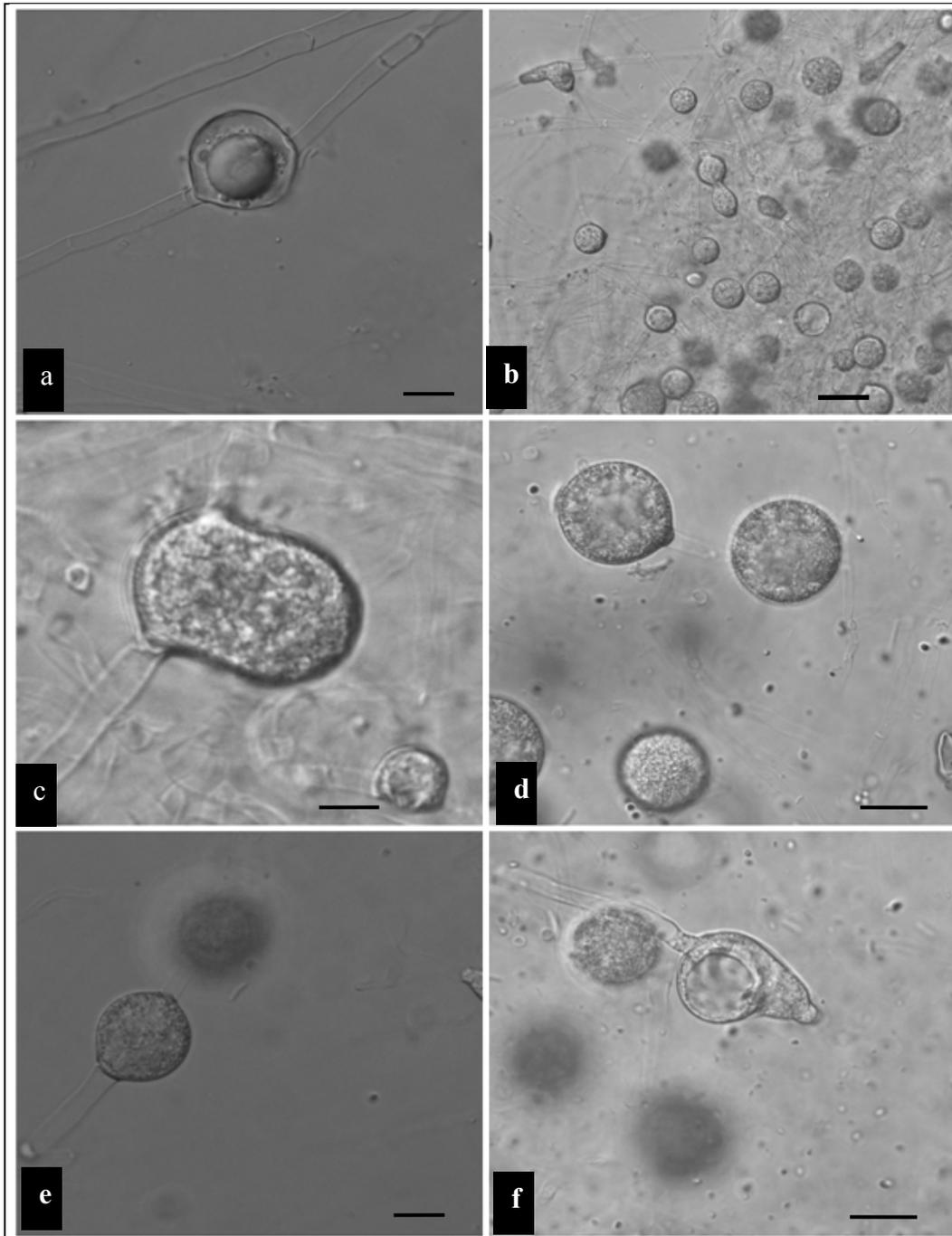
**Fig. 33:** Plantas manifestando síntomas a los 7 días de la inoculación con *P. sylvaticum*. a) *Antirrhinum majus* (conejito). b) *Bellis perennis* L. (coqueta). c) *Senecio cruentus* (cineraria). d) Lavanda: planta a 5 días de la inoculación con síntomas de marchitamiento.

*PYTHIUM SYLVATICUM*



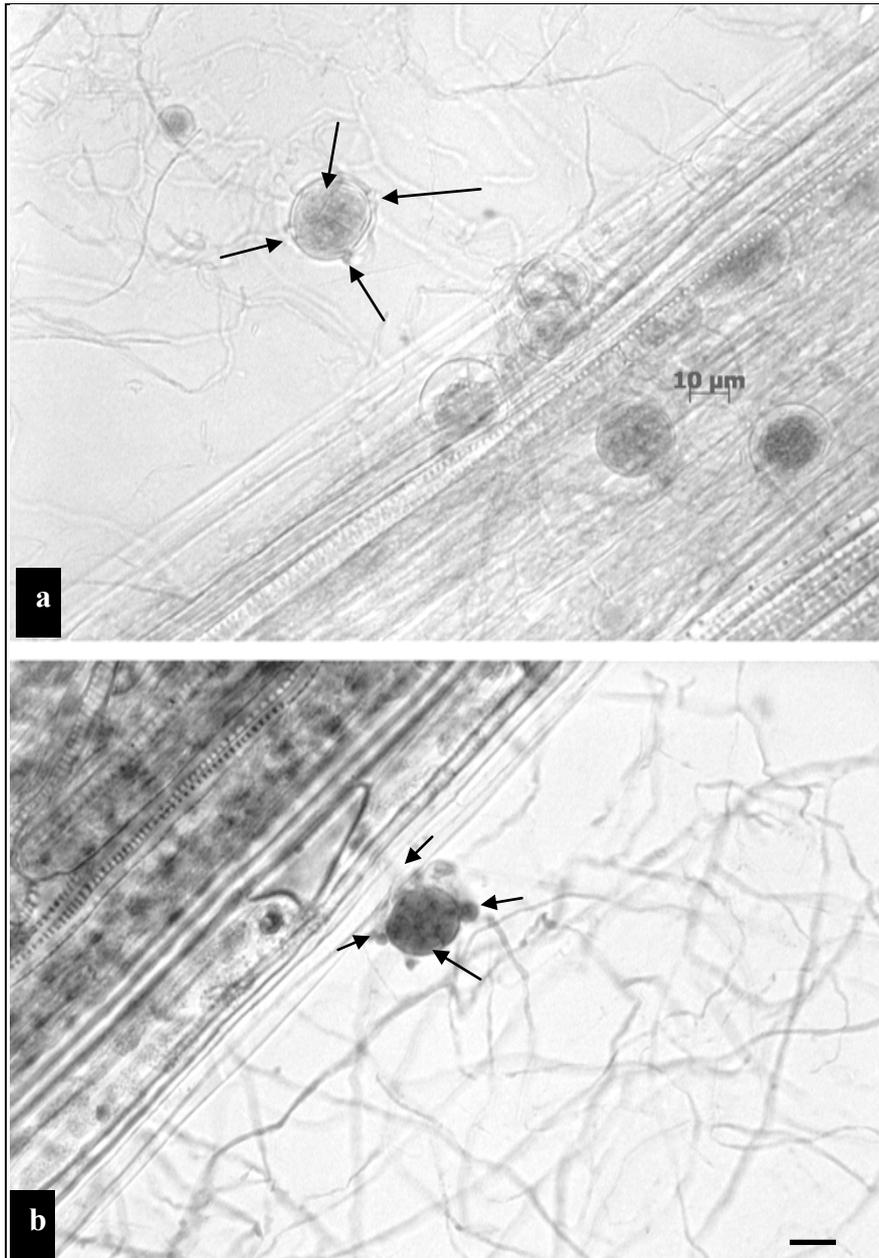
**Fig. 34:** *Pythium sylvaticum*. a-f) Esporangios intercalares. d) Esporangios terminales y apesorios falcados. BAR= 10  $\mu$ m.

*PYTHIUM SYLVATICUM*



**Fig. 35: *Pythium sylvaticum*.** Esporangios intercalares. a) Esférico. BAR= 10  $\mu$ m. b) Vista general. BAR= 30  $\mu$ m. c) Intercalar, lateral. BAR= 5  $\mu$ m. d, e) Limoniforme y esférico. BAR= 10  $\mu$ m. f) Intercalar, de forma irregular. BAR= 10  $\mu$ m.

*PYTHIUM SYLVATICUM*



**Fig. 36:** *Pythium sylvaticum* a, b) Oogonios con 4 anteridios diclinos.  
BAR= 10 µm.

## 5. RANGO DE HOSPEDANTES Y DISTRIBUCIÓN MUNDIAL

Entre sus hospedantes hallamos: *Apium graveolens*, *Daucus carota* (Apiaceae); *Dieffembachia* sp. (Araceae); *Lactuca sativa* (Asteraceae); *Brassica campestris* subsp. *pekinensis*, *Brassica oleracea* (Brassicaceae); *Beta vulgaris* (Chenopodiaceae); *Spinacea oleracea* (Amaranthaceae), *Cucumis sativus* (Cucurbitaceae); *Chamaecyparis* sp. *Juniperus conferta* (Cupressaceae); *Dioscorea batatas* (Dioscoreaceae); *Rhododendron* sp. (Ericaceae); *Glycine max*, *Lens culinaris*, *Medicago sativa*, *Phaseolus vulgaris*, *Pisum sativum* (Fabaceae), *Pelargonium* sp. (Geraniaceae); *Allium cepa*, *Tulipa* sp. (Liliaceae); *Abies* sp., *Pinus thunbergii* (Pinaceae); *Hordeum vulgare*, *Triticum aestivum* (Poaceae); *Fragaria* × *ananassa*, *Malus domestica*, *Sorbusaria* (Rosaceae); *Capsicum annuum* (Solanaceae); *Valerianella locusta* (Valerianaceae) (Spencer, 2004b).

Además se hallan citados como hospedantes lino, rábano y pepino, algodón, Pinus, Picea y Liquidambar (van der Plaats Niterink, 1981).

Presenta la siguiente distribución geográfica: África (Kenya, Sudáfrica); América (Canadá, Estados Unidos, Costa Rica); Asia (Japón); Australasia (Nueva Zelanda); Europa (Alemania, Bulgaria, Eslovenia, España, Francia, Gran Bretaña, Holanda, Irlanda, República Checa, Suiza).

Según expresa van der Plaats-Niterink (1981) en su revisión, *P. sylvaticum* ha sido aislado de suelo en Estados Unidos y Canadá (Campbell & Hendrix, 1967, Hendrix & Campbell, 1968, 1970, 1971; Vaartaja, 1968), en Holanda (Van der Plaats-Niterink, 1968, 1975), en Alemania (van der Plaats-Niterink, 1981); de canales de riego en Estados Unidos (Shokes & Mc Carter, 1976) y de canales y lagos en Holanda (van der Plaats-Niterink, 1975).

Entre las referencias más recientes se encuentra citado en Inglaterra afectando plantas ornamentales (Sewell & Roberts, 1985, citado por Lodhi, 2007); Japón ocasionando podredumbre de raíces y tallo del crisantemo (*Dendranthema x morifolium*) (Tsukiboshi *et al.*, 2007); Noruega afectando plantas forestales (Venn, 1983); Pakistán en cultivo de cebolla (Lodhi, 2007); Sudáfrica como causante de podredumbre radicular en vegetales (Botha & Coetzer, 1996); Suiza en espinaca (Larsson, 1994); Taiwan en crucíferas (Kuo *et al.*, 1991) y en Estados Unidos afectando

manzano (Mazzola *et al.*, 2002, citado por Lodhi, 2007) y causando podredumbre de la base del tallo y tizón de las hojas de *Miscanthus sinensis* (Poaceaea) (Ahonsi *et al.*, 2011) y podredumbre del tubérculo de papa (Peters *et al.*, 2005). En Polonia fue citada afectando huevos de especies de peces (Czeczuga & Muszynka, 1997).

## 6. ANTECEDENTES EN ARGENTINA

No se hallaron antecedentes en el país de *Pythium* spp. afectando *Cyclamen persicum* y *Lavandula angustifolia*. *Pythium* sp. fue registrado en plantas de *Lavandula dentata* y de *Lavandula x intermedia* causando *Podredumbre de raíces y marchitamiento* en cultivos de La Plata, Provincia de Buenos Aires (Wolcan & Grego, 2004).

## 7. COMENTARIOS

a) Con relación al crecimiento, van der Plaats-Niterink (1981) menciona en AZ a 25 °C > 30 mm/día. En otros trabajos, a 25 °C se citan 19 mm/día en AHM, 15 mm/día en PCA, 17 mm/día en APG y 20 mm/día en CMDA (Lodhi, 2007). Las temperaturas observadas en este estudio fueron mín. <5°C, ópt. 20 - 28 °C y máx. >35 °C y el crecimiento diario de 22 mm/día a 20 °C en APG, valores más relacionados con los obtenidos por van der Plaats-Niterink (1981).

## ***PYTHIUM ULTIMUM* Trow VAR. *ULTIMUM* (1901)**

Syn: *Globisporangium ultimum* (Trow) Uzuhashi, Tojo y Kakish. (2010)

El aislamiento fue identificado como *Pythium ultimum* Trow var. *ultimum* de acuerdo a las descripciones de: van der Plaats-Niterink (1981), Frezzi (1956) y Dick (1990). Fue confirmado por pruebas moleculares.

*Pythium ultimum* var. *ultimum* fue aislado por primera vez por Trow (1901) y considerada como una especie no patógena. Posteriormente fue identificado afectando plantas de soja (Lehman & Wolf, 1926, citado por van der Plaats-Niterink, 1981). Presenta amplia distribución mundial afectando una diversa gama de hospedantes.

### **1. ORIGEN DE LOS AISLAMIENTOS**

*P. ultimum* Trow var. *ultimum* es una especie muy difundida, de la cual se han obtenido varios aislamientos: AKI109 de plantas de primer trasplante de *Actinidia deliciosa* (Chev.) Liang y Ferg (kiwi) de la localidad de Etcheverry (La Plata); AEP122.1.2. de *Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch (Estrella federal, Flor de Pascua o Poinsetia) en etapa de enraizamiento, procedentes de cultivos de la localidad de Garín; AGA106 de *Gazania rigens* (L.) Gaertn (gazania) de primer trasplante procedentes de Loma Verde (Partido de Escobar); ALBH127 de plantas en maceta de *Ocinum basilicum* L. (albahaca) de un vivero comercial de la ciudad de Buenos Aires; y ADTH129 de almácigo de clavel *Dianthus caryophyllus* L. (clavel) de la ciudad de Escobar (Partido de Escobar).

### **2. SINTOMATOLOGÍA**

**2.1. *Actinidia deliciosa* = *A. chinensis* (Actinidiaceae):** Planta trepadora originaria de la China. Se cultiva en Argentina desde fines de la década del 80 y actualmente en zonas de Mar del Plata, La Plata, Baradero y San Pedro. En 2008, en el CIDEFI-UNLP, se recibieron plántulas de kiwi con evidentes síntomas de pudrición de raíces y base del tallo, procedentes de un cultivo de la localidad de Etcheverry (La Plata) (Colección Ing Wolcan, 2008).

**2.2. *Euphorbia pulcherrima*** (Euphorbiaceae): Originaria de América Central, México y Guatemala, en climas tropicales y subtropicales crece a la intemperie como arbusto o árbol pequeño. Se comercializa como planta ornamental en maceta por sus vistosas brácteas de color rojo (Kew Botanical Garden. En:<http://www.kew.org/science-conservation/plants-fungi/euphorbia-pulcherrima-poinsettia>).

Gajos enraizados con podredumbre de raíces y base del tallo fueron recibidos en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la FAUBA, en los años 2009 y 2012. Se encontraban plantados en un material inerte conocido como oasis (Oasis ®. En: <http://www.oasisgrower.com>), utilizado para favorecer la humedad promoviendo el enraizamiento. En el vivero estaban ubicados dentro de canaletas en mesadas con una inclinación de 5% para favorecer el drenaje de la solución nutritiva. Se hallaron plantas marchitas, al removerlas del sustrato presentaron sus raíces de color marrón oscuro a negro con pudrición blanda. En los preparados microscópicos de raíces afectadas se observaron gran cantidad de oosporas.

**2.3. *Gazania rigens*** (Asteraceae): Planta herbácea originaria de Sudáfrica y Mozambique. Debido a sus grandes flores estivales de variado color, se utiliza para formar macizos en jardines o como planta en maceta. Su cultivo está muy difundido en viveros de las zonas Norte y Oeste del Cinturón verde de Buenos Aires. En 2010 se observó *damping off* en almácigo, y en plantas recién trasplantadas menor crecimiento, clorosis, disminución y pudrición del sistema radicular.

**2.4. *Ocimum basilicum*** (Labiadas): Planta aromática y medicinal que se utiliza como saborizante y condimento; en farmacia como estimulante, antiespasmódico, antialopécico y en industria de perfumería para aromatizar cosméticos y perfumería fina. En 2012, en un vivero comercial se hallaron 3 plantines de primer trasplante que inicialmente presentaron hojas flácidas, luego podredumbre basal y radicular que condujeron al marchitamiento de las plantas.

**2.5. *Dianthus caryophyllus*** (Caryophyllaceae): Se cultiva como flor para corte, principalmente en la zona sur del Cinturón verde bonaerense y en el Partido de Escobar. En 2011 se recibieron plantines enfermos en el Laboratorio de Sanidad Vegetal-FAUBA, que provenían de un establecimiento de flor para corte que produce sus

propios gajos enraizados. Estos tenían escaso sistema radicular, pudrición de las raíces y base del gajo, clorosis y necrosis de hojas. La incidencia de la enfermedad se estimó en un 30%, por muerte de plantas en la cama de enraizamiento.

**2.6. Pruebas de patogenicidad:** Los métodos de inoculación utilizados se encuentran decriptos en Materiales y Métodos, en los ítems indicados a continuación para cada hospedante: Estrella federal, albahaca y gazania ítem 5.2; kiwi y clavel ítem 5.3a.

Todos los aislamientos fueron patógenos, provocando en las plántulas de kiwi y clavel, pudrición de raíces y tallo entre 3 a 4 días desde la inoculación. Plantas adultas inoculadas de gazania, estrella federal y albahaca manifestaron menor crecimiento, clorosis y defoliación de hojas basales (Fig. 37).

### 3. CARACTERIZACIÓN CULTURAL Y MORFOLÓGICA

Los aislamientos provenientes de los 3 hospedantes tuvieron el mismo comportamiento en los medios de cultivo y las mismas características morfológicas.

#### 3.1. Caracterización de la colonia

En APG a 20 °C desarrolló una colonia blanca densa algodonosa, de tipo aracnoide, con moderado micelio aéreo en los bordes de la caja de Petri. Las temperaturas cardinales fueron: mín. 5 °C, ópt. 25 a 30 °C, máx. 35 °C, con una tasa diaria de crecimiento en APG a 20 °C de 23 mm. Los aislamientos AKI109 (kiwi), AGA106 (gazania), ALBH127 (albahaca), se encuentran en las colecciones de la Catedra de Fitopatología de la FAUBA y de la UNLP.

#### 3.2 Caracterización morfológica

Presentó hifas cenocíticas con abundante producción de apresorios grandes y curvos. Esporangios y zoosporas ausentes (Materiales y Métodos 4.2.3. d: tratamiento con frío y luego temperatura ambiente); hichamientos hifales globosos, terminales o intercalares, 16-27 ( $\bar{x}$ : 21)  $\mu\text{m}$  diám.; oogonio liso, terminal, predominantemente esférico, raramente intercalar, 16-25 ( $\bar{x}$ : 21)  $\mu\text{m}$  diám.; 1-2 anteridios monoclinos, usualmente 1 por oogonio, con forma claviforme o reniforme, típicamente sésil, originado de la hifa oogonial, ubicado próximo al oogonio; oospora esférica, de pared lisa, applerótica, 12 -23 ( $\bar{x}$ : 18,5)  $\mu\text{m}$  diám. (Figs. 38-39).

#### 4. CARACTERIZACIÓN MOLECULAR

Las regiones ITS4/ITS5 obtenidas del aislamiento AGA106 procedente de *Gazania rigens* fueron secuenciadas exitosamente. Su comparación con numerosas secuencias en el GenBank coincidió con la especie *P. ultimum* var. *ultimum*. El porcentaje de homología fue del 100% con la secuencia AY598657 correspondiente al aislamiento tipo CBS 398.51. Además fue del 100% con todas las secuencias de *P. ultimum* var. *ultimum*, entre otras: HQ643942 y HQ643940, KF761217 y KC689906. *P. ultimum* var. *ultimum* se ubica en el clado I Lévesque & de Cock (2004), junto a *P. ultimum* var. *sporangiferum*, *P. splendens* y *P. heterothallicum*. No presentan evidentes caracteres morfológicos o de origen en común. *P. ultimum* var. *sporangiferum* es poco frecuente y es la única especie que presenta zoosporangios y zoosporas, en tanto las otras se distribuyen en todo el mundo y presentan sólo hinchamientos hifales de variado tamaño. *P. ultimum* var. *ultimum* y *P. ultimum* var. *sporangiferum* son homotálicas, mientras que *P. heterothallicum* y *P. splendens* son heterotálicas (Lévesque & de Cock, 2004).

✓ El resultado positivo de las pruebas de patogenicidad y las caracterizaciones morfológicas, culturales y moleculares permiten identificar a *Pythium ultimum* var. *ultimum* como agente causal de *Podredumbre de raíces* en *Actinidia deliciosa* y *Gazania rigens* y de *Podredumbre basal y radicular* en *Euphorbia pulcherrima*, *Ocimum basilicum* y *Dianthus caryophyllus*. No se hallaron citas previas para *Actinidia deliciosa*, *Euphorbia pulcherrima*, *Ocimum basilicum* y *Gazania rigens*, constituyendo éste el primer registro para el país.

*PYTHIUM ULTIMUM* VAR. *ULTIMUM*



**Fig. 37:** Síntomas ocasionados por *Pythium ultimum* var. *ultimum*. *Euphorbia pulcherrima*. a, b) Plantas adultas con clorosis y defoliación de hojas basales. c-e) Plántulas enraizadas en oasis o en macetas con podredumbre de raíces y base del tallo *Gazania rigens*. f) Plantas adultas manifestando clorosis y necrosis de hojas basales debido a podredumbre radicular. *Ocimum basilicum*. g) Plantas con marchitamiento del follaje por podredumbre basal. h) Ennegrecimiento y pudrición de la base del tallo y raíces. *Actinidia deliciosa*. i) Plantas testigo. j) Plantas presentando necrosis en el peciolo, epinastía y defoliación a 7 días de la inoculación.

## 5. RANGO DE HOSPEDANTES Y DISTRIBUCIÓN MUNDIAL

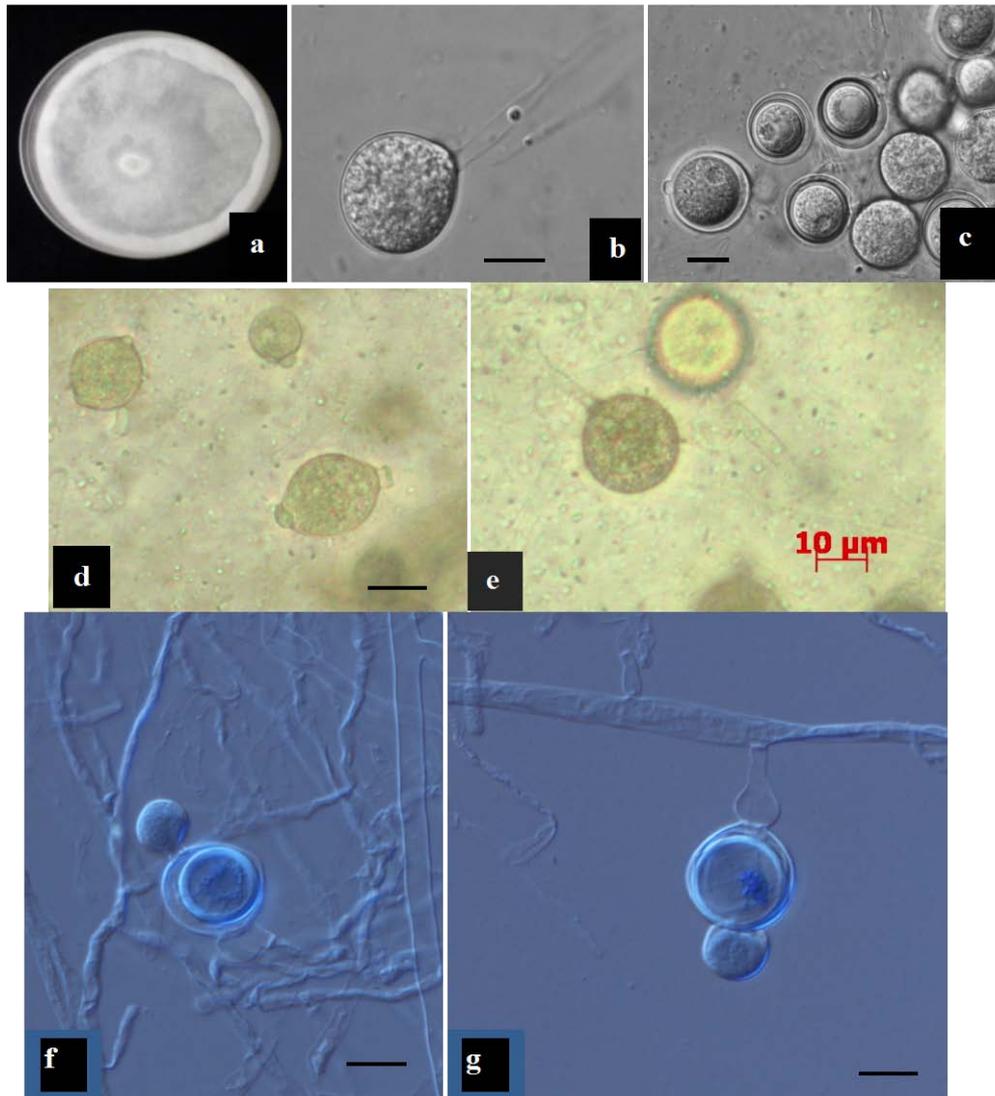
Ha sido reportado en 719 hospedantes (Farr & Rossman, 2012). *P. ultimum* var. *ultimum* fue citado en África (Angola, Congo República de Egipto, Kenia, Libia, Malawi, Nigeria, Sudáfrica, Tanzania, Uganda, Zimbawe); en Asia (Burma, China, Cyprus, India, Irán, Iraq, Israel, Japón, Korea, Laos, Filipinas, Tailandia, Turquía, Vietnam); en Australasia y Oceanía (Australia, Hawaii, Nueva Zelandia); en Europa (Gran Bretaña, Islandia, Bulgaria, Checoslovaquia, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Irlanda, Italia, Holanda, Noruega, Suecia, Unión Soviética, Yugoslavia); en América (Canadá, México, Estados Unidos, Costa Rica, Haití, Puerto Rico, Trinidad, Argentina, Brasil) (CABI, 1981. Mapa 207. En <http://www.cabi.org/dmpd/>).

## 6. ANTECEDENTES EN ARGENTINA

En Argentina se ha citado asociada a 99 hospedantes. La Tabla 1 muestra los cultivos afectados, su localización geográfica, síntomas causados y referencia bibliográfica de su primer reporte. Se encontraron antecedentes de *P. ultimum*, ocasionando *damping off* en almácigos de *Gypsophila* sp. en la Provincia de Córdoba (Frezzi, 1956) y de *Dianthus caryophyllus* en La Plata, Provincia de Buenos Aires (Carranza, 1955). Además, en la Provincia de Córdoba en 1947 y 1953, *P. ultimum* causó la muerte de plantas grandes de *Euphorbia marginata* Pursh., debido a la podredumbre total de las raíces y al *damping off*., dónde también provocó la muerte de plantas grandes de *E. splendens* Boger (espina de cristo), a causa de podredumbre total de raíces y parte del tallo.

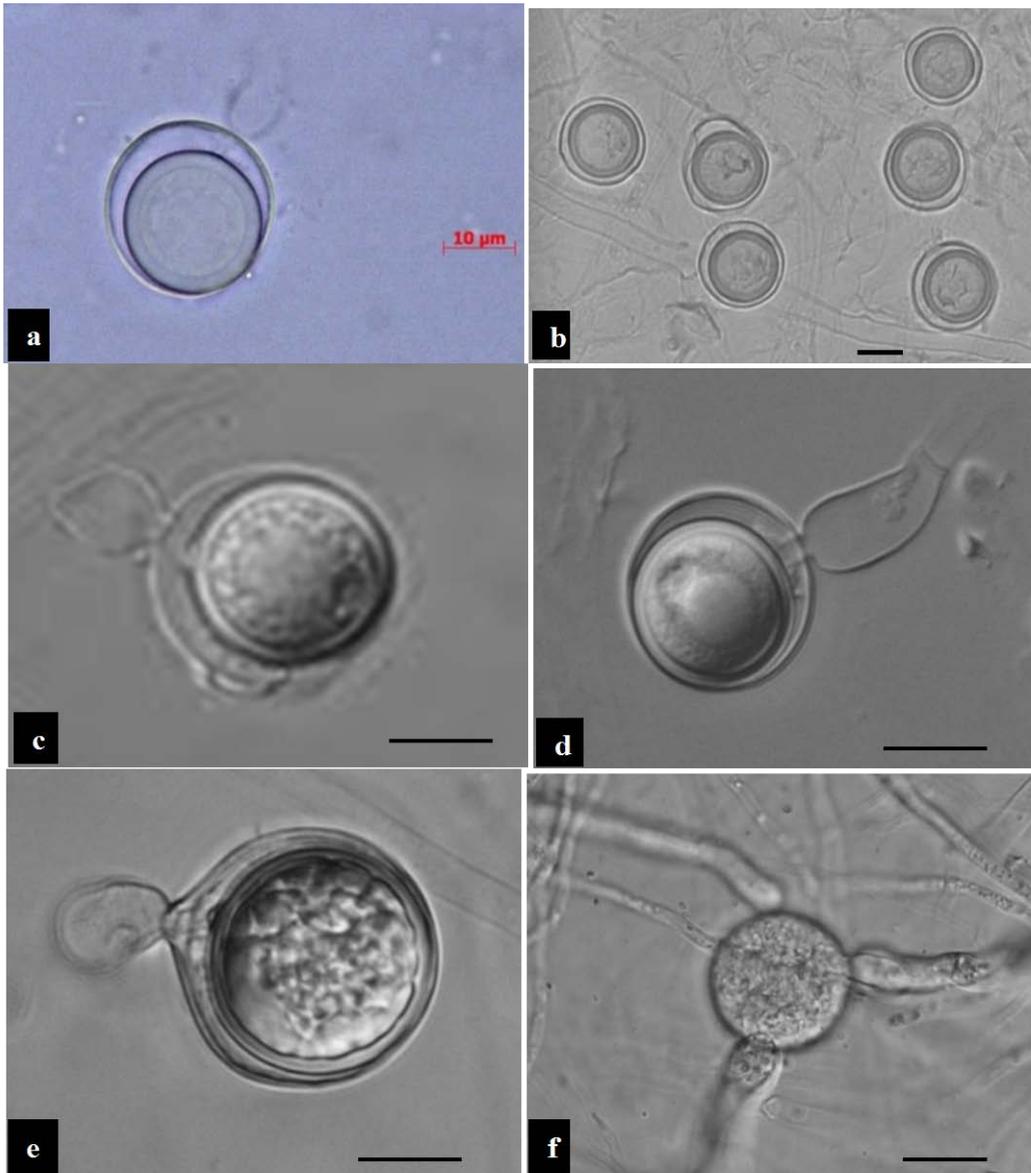
*P. irregulare* fue reportada ocasionando *damping off* en *Dianthus caryophyllus* en Córdoba (Frezzi, 1956), y *P. aphanidermatum* causando *Podredumbre de tallos y raíces* de *Euphorbia pulcherrima* (Palmucci & Grijalba, 2007) y *Podredumbre basal* en *Ocimum basilicum* en la Provincia de Corrientes (Colombo *et al.*, 2005).

***PYTHIUM ULTIMUM* VAR. *ULTIMUM***



**Fig 38:** *Pythium ultimum* var. *ultimum*. a) Colonia de 7 días creciendo en APG a 20°C. b) Esporangio terminal o hinchamiento hifal. c) “Hinchamientos globosos” y oosporas. d, e) Esporangio intercalar. f) Oogonio esférico y 1 anteridio típicamente sésil. g) Oogonio y dos anteridios, monoclinos, uno claviforme, otro reniforme y sésil. BAR= 10 μm.

*PYTHIUM ULTIMUM* VAR. *ULTIMUM*



**Fig. 39:** *Pythium ultimum* var. *ultimum*. a) Oospora applerótica y anteridio. b) Oosporas appleróticas. c- e) Oogonio y anteridio reniforme, monoclino, f) diclino. BAR= 10 μm.

## ***PYTHIUM ULTIMUN VAR. SPORANGIIFERUM***

Syn: *Globisporangium ultimun* var. *sporangiferum* (Drechsler) Uzuhashi, Tojo & Kakish (2010).

El aislamiento fue identificado como *Pythium ultimun* Trow var. *sporangiferum* Drechsler de acuerdo a las descripciones de: van der Plaats-Niterink (1981) y Dick (1990). Fue confirmado por pruebas moleculares.

### **1. ORIGEN DE LOS AISLAMIENTOS**

APO113 se aisló de plantas de *Polygala myrtifolia* L. (polígala) durante relevamientos efectuados en la localidad de Abasto (La Plata) en 2004 y en 2009 (Colección Wolcan). Ambos aislamientos presentaron idénticas características.

### **2. SINTOMATOLOGÍA**

**2.1. *Polygala myrtifolia*** (Polygalaceae): Arbusto perenne originario de Sudáfrica. Se utiliza en la ornamentación de jardines y como planta en maceta, de uso muy difundido en la actualidad. En 2009, se encontraron plantas en maceta de primer repique con síntomas de clorosis y necrosis foliar, otras con severa marchitez

**2.2. Pruebas de patogenicidad:** Se realizaron utilizando plantas de primer repique. A los 7 días de la inoculación las hojas comenzaron a perder su coloración, quedando totalmente marchitas a los 10 días. Se observó menor desarrollo del sistema radicular. Las plantas testigo permanecieron sanas. El reaislamiento fue idéntico al aislamiento inicial, corroborándose la patogenicidad del aislamiento APO113-2009 (Fig. 40).

### **3. CARACTERIZACIÓN CULTURAL Y MORFOLÓGICA**

#### **3.1. Caracterización de la colonia**

En APG a 20 °C desarrolló una colonia de idénticas características a las descritas para *Pythium ultimun* var. *ultimun*. Las temperaturas cardinales fueron: mín. 5 °C, ópt. 25- 35 °C, máx. >37 °C, con una tasa diaria de crecimiento de 40 mm en APG a 28 y 35 °C. El aislamiento APO113 se encuentra en las colecciones de las Cátedras de Fitopatología FAUBA y en el CIDEFI (Fig. 40).

### (ITS4/ITS5)3.2. Caracterización morfológica

Presentó hifas cenocíticas con abundante producción de apresorios grandes y curvos. Esporangios subesféricos intercalares o terminales de (23-) 27-32 ( $\bar{x}$ : 28.5)  $\mu\text{m}$  diám con 1-2 tubos de descarga, usualmente 1 (obtenidos según pasos descritos en Materiales y Métodos 4.2.3. d: tratamiento con frío y luego temperatura ambiente) (Fig. 41); oogonios esféricos, lisos, generalmente terminales, a veces intercalares, (15-) 19-24 (-26) ( $\bar{x}$ : 22.3)  $\mu\text{m}$  diám.; 1-2 anteridios monoclinos, usualmente 1 por oogonio, claviformes o reniformes, típicamente sésil, originado de la hifa oogonial, ubicado próximo al oogonio; con oospora esférica, de pared lisa, aplerótica, 12-23 ( $\bar{x}$ :18,5)  $\mu\text{m}$  diám.

## 4. CARACTERIZACIÓN MOLECULAR

La secuencia obtenida (ITS4/ITS5) fue alineada en la base de datos del servidor BLAST-NCBI, observándose una homología de 99% con secuencias disponibles en GenBank para *P. ultimum* var. *sporangiferum* especie tipo (CBS21965 HQ643879), AY598656, JQ898477, AY986960, AY986961, HQ643880, AY986953, AY986952, KJ192359, entre otras. *P. ultimum* var. *sporangiferum*, se ubica en el clado I Lévesque & de Cock (2004), junto a *P. ultimum* var. *ultimum*, *P. splendens* y *P. heterothallicum*.

- ✓ El resultado positivo de las pruebas de patogenicidad y las caracterizaciones morfológicas, culturales y moleculares permiten identificar a *Pythium ultimum* var. *sporangiferum* ocasionando Marchitamiento y Podredumbre radicular de *Poligala myrtifolia*.

## 5. RANGO DE HOSPEDANTES Y DISTRIBUCION MUNDIAL

*P. ultimum* var. *sporangiferum* fue citado en Estados Unidos (Ark & Middleton, 1949) aislado de *Cattleya*. Posteriormente fue registrado en Inglaterra y Grecia por Kouyeas (1964), quien no consideró las diferencias suficientes para retener a las dos variedades (*P. ultimum* var. *ultimum* y *P. ultimum* var. *sporangiferum*) en *P. ultimum*.

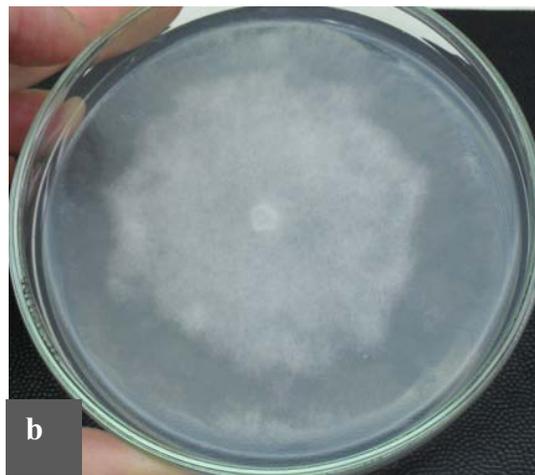
## 6. ANTECEDENTES EN ARGENTINA

Frezzi (1956) no diferenció entre *P. ultimum* var. *sporangiiferum* y var. *ultimum*. Todas las referencias fueron designadas como *P. ultimum*.

## 7. COMENTARIO GENERAL

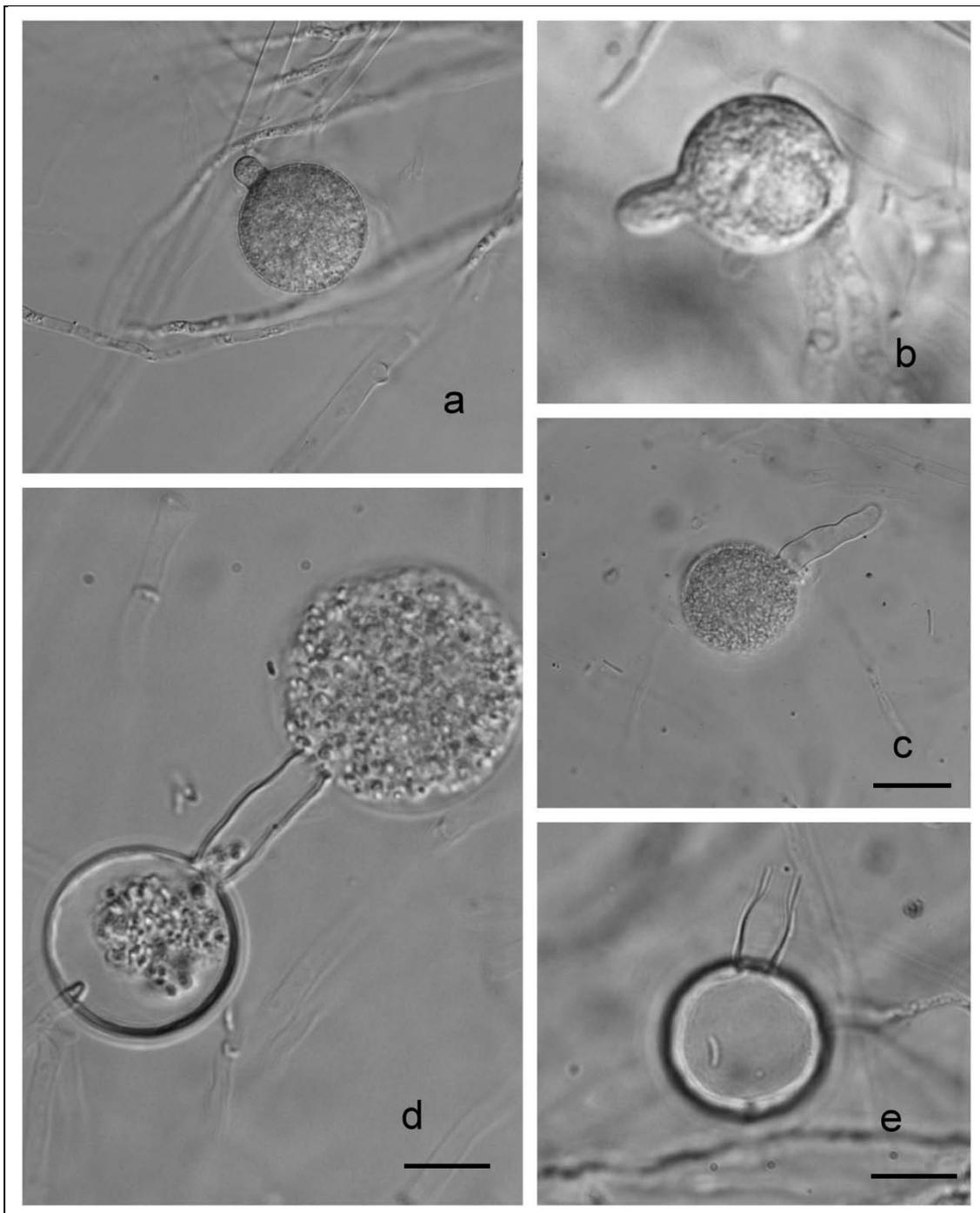
*P. ultimun* var. *ultimun* y *P. ultimum* var. *sporangiiferum* presentaron ambos una temperatura mínima de 5 °C, en tanto que la óptima y máxima fueron algo más altas para *sporangiiferum* (ópt. 25- 35 °C, máx >40 °C) en relación a *P. ultimum* var. *ultimum* (ópt. 25-30 °C, máx. 35 °C). Igual tendencia se verificó con el crecimiento, que fue de 40 mm/día en APG a 28 y 35 °C, considerado progresivamente, éste fue mayor que el presentado por *P. ultimum* var. *ultimum* en APG a 20 °C, de 23 mm. En relación a las estructuras formadas: los esporangios de *P. ultimun* var. *sporangiiferum* fueron de mayor tamaño ( $\bar{x}$ : 28.5  $\mu\text{m}$  diám) que los hinchamientos hifales de *P. ultimum* var. *ultimum* ( $\bar{x}$ : 21  $\mu\text{m}$  diám.). Oogonios y oosporas fueron semejantes en formas y tamaños.

***PYTHIUM ULTIMUM* VAR. *SPORANGIIFERUM***



**Fig. 40:** *Pythium ultimum* var. *sporangiiferum* a) Plantines de polígala inoculados. b) Colonia de 3 días de crecimiento en APG.

***PYTHIUM ULTIMUM* VAR. *SPORANGIIFERUM***



**Fig. 41:** *Pythium ultimum* var. *sporangiiferum*. Secuencia de la formación del tubo de pasaje y la vesícula. a) Formación del tubo de pasaje, b-c) elongación, d) formación de la vesícula y pasaje del contenido del esporangio, e) disuelta la vesícula y liberadas las zoosporas, se observa el esporangio vacío y los restos del tubo de pasaje. BAR= 15  $\mu$ m (a, c). BAR= 10  $\mu$ m (b, d, e).

## B- OGONIOS ORNAMENTADOS

### *PYTHIUM IRREGULARE* Buisman (1927)

Syn: *P. equiseti* Sadebeck (1874)

*Pythium irregulare* var. *irregulare* Buisman (1927)

*Pythium irregulare* var. *hawaiiense* Sideris (1932)

*Pythium polymorphon* Sideris (1932)

*Pythium fabae* G. Cheney (1932)

*Pythium kunmingense* Yu (1973)

*Globisporangium irregulare* (Buisman) Uzuhashi, Tojo & Kakish. (2010).

*Pythium irregulare* Buisman fue aislado por primera vez en Holanda (Buisman, 1927) de raíces necrosadas de arveja (*Pisum sativum*) y semillas de lupino (*Lupinus* sp.) y zapallo (*Cucumis sativus*). Es una especie cosmopolita, patógena de numerosos cultivos.

*P. irregulare* var. *hawaiiense* Sideris no difiere lo suficiente de la especie tipo para ser calificada como una variedad, ya que los caracteres mencionados se consideran circunstanciales. *P. polymorphon* también es idéntica a *P. irregulare* como ya fue indicado por Kouyeas (1964), Vaartaja (1967) y Ahrens (1971). *P. equiseti*, *P. fabae* y *P. kunmingense* parecen ser similares o idénticos a *P. irregulare* (van der Plaats-Niterink, 1981).

#### 1. ORIGEN DE LOS AISLAMIENTOS

Se obtuvieron los siguientes aislamientos: APRI102.1.2. a partir de plantas de *Primula obconica* (primula) de las localidades de Escobar (Partido de Escobar) y Moreno; AAL101 de *Impatiens wallerana* J.D. Hook (alegría del hogar) de la zona de Abasto (La Plata); ASCA128 de *Scindapsus aureus* (Linden & André) Engl. & K.

Krause=*Epipremnum aureum* (Linden & André) G.S. Bunting (potus) de viveros comerciales de Escobar (Partido de Escobar) y Matheu (Partido de Escobar).

## 2. SINTOMATOLOGÍA

**2.1. *Primula obconica*** (Primulaceae): En recorridas efectuadas en 2009 en la localidad de Moreno y en 2010 en la localidad de Escobar, se observaron plantines de *P. obconica* creciendo en *speelding*, con síntomas de *damping off* de pre y postemergencia con una incidencia superior al 50%. Los plantines recién emergidos mostraron síntomas de podredumbre húmeda del cuello, ennegrecimiento y posterior vuelco. Las hojas basales fueron las primeras en ponerse cloróticas y secarse desde los ápices, prosiguiendo luego por las hojas superiores. En los plantines que sobrevivieron, a pocos días de trasplantarse a macetas de 10 cm de diám., presentaron necrosis de la base de tallo, del borde de las hojas, los pecíolos y las raíces, produciéndose su vuelco y posterior muerte (Fig. 42).

**2.2. *Impatiens wallerana*** (Balsaminaceae): Planta herbácea de tallos suculentos originaria del continente africano. Su utilización está muy difundida en jardines para armado de macizos florales o como planta en maceta. Se produce en todo el cinturón verde La Plata-Buenos Aires, principalmente en las zonas Norte y Oeste. En relevamientos efectuados en el año 2009, en la zona de Abasto-La Plata se observaron en almácigos severos síntomas de *damping off*, y en plantas de primer repique (maceta del 10) amarillamiento de hojas y caída posterior, menor crecimiento aéreo y radicular.

**2.3. *Scindapsus aureus*=*Epipremnum aureus*** (Araceae): Se comercializa como planta en maceta para interior. En plantas de primer repique en las cercanías de la zona basal con raíces adventicias, se observaron hojas con menor tamaño y amarillentas, oscurecimiento del pecíolo y tallo en dirección hacia las raíces, avanzando hacia la pudrición de los órganos afectados. Estos síntomas fueron hallados durante las visitas a viveros de venta al público en las ciudades de Escobar y Matheu (Partido de Escobar), en el año 2011.

### 2.4. Pruebas de Patogenicidad

Se utilizaron plantines de *Primula* en plugs, los cuales fueron inoculados en su base, con el método de siembra de micelio en soporte orgánico (ítem 5.3b Materiales y

métodos). Los testigos fueron inoculados con sustrato orgánico sin inóculo. A los 4 días de la inoculación se observó decaimiento generalizado, necrosis marginal y clorosis en hojas en el 80 % de los plantines, con una mortandad del 20%.

Para *Impatiens* se inocularon plantines con la misma metodología citada para *Primula*, los cuales manifestaron síntomas a partir de los tres días, observándose marchitamiento a causa de podredumbre radicular. En *Scindapsus aureus* se depositaron trocitos de agar (APG) con desarrollo del patógeno, en la base de plantines de primer repique (método descrito en el punto 5.2 Materiales y Métodos). A los 5 días comenzaron a perder la coloración de sus hojas basales, volviéndose cloróticas y luego se desprendieron. Al cabo de 10 días se produjo la pudrición del 40% de los gajos.

En los tres patosistemas todos los testigos permanecieron sanos y los reislamientos fueron idénticos a los aislamientos originales, comprobándose la patogenicidad de los tres aislamientos.

### **3. CARACTERIZACIÓN CULTURAL Y MORFOLÓGICA**

#### **3.1. Caracterización de la colonia**

A los 7 días de la siembra en APG a 20 °C, desarrolló una colonia muy densa, algodonosa, de crecimiento radiado con abundante micelio aéreo en los bordes de la caja de Petri (Fig. 43). En AHM formó tenue micelio aéreo. Las temperaturas cardinales de crecimiento fueron mín. 5 °C, ópt. 30 °C y máx. 35 °C. El crecimiento promedio a 25 °C fue de 23 mm/día.

Los aislamientos AAL101, APRI102 y AP127 de *S. aureus* se encuentran en la colección de la Cátedra de Fitopatología-FAUBA.

#### **3.2. Caracterización morfológica**

Presentó esporangios terminales o intercalares esféricos de 10-28 ( $\bar{x}$ : 19)  $\mu\text{m}$  diám. En agua germinaron rápidamente observándose zoosporas. Presencia de hinchamientos hifales terminales o intercales de forma variada. En APG y AHM se observaron abundantes oogonios de 10-29 ( $\bar{x}$ : 20)  $\mu\text{m}$  diám., esféricos, subesféricos, limoniformes, terminales o intercalares, con la pared lisa, con 1-3 proyecciones cónicas,

rectas o algo curvas, con ápice redondeado o ligeramente curvado; 1-3 anteridios por oogonio, generalmente monoclinos, claviformes, algo curvos, originados a cierta distancia del pie del oogonio, algunos ocasionalmente sésiles, hipóginos y oosporas appleróticas de pared lisa de 10-22 ( $\bar{x}$ : 17)  $\mu\text{m}$  diám (Figs. 43-44).

#### 4. CARACTERIZACIÓN MOLECULAR

Las regiones ITS4/ITS5 de los aislamientos AAL102, obtenido de *I. walleriana* y APRI102 de *P. obconica*, fueron secuenciados. Las secuencias correspondientes presentaron un 99% de homología con la secuencia del aislamiento tipo CBS 250.28., número de acceso Genbank HQ643596, con una diferencia de un par de bases (923/925). Otras secuencias seleccionadas para la comparación, HQ643612, HQ643595 y AY598702, mostraron idénticos resultados.

*P. irregulare* se ubica en el clado F que comprende especies fitopatógenas de rápido crecimiento con distribución mundial. Se caracterizan por la presencia de esporangios globosos no proliferantes e hinchamientos hifales. La mayoría de las especies de este agrupamiento no producen, o raramente producen zoosporas (Lévesque & de Cock, 2004).

- ✓ En concordancia con las características culturales y morfológicas (oogonio con proyecciones, oosporas appleróticas y esporangios esféricos a subsféricos) y los resultados de la secuenciación se identifica a *P. irregulare* como el agente causal de *Podredumbre de raíces y base del tallo* en *Primula obconica*, *Impatiens wallerana* y *Scindapsus aureus*.
- ✓ Esta es la primera cita en Argentina para la mencionada enfermedad en los tres hospedantes.

#### 5. RANGO DE HOSPEDANTES Y DISTRIBUCIÓN MUNDIAL

Luego del primer aislamiento realizado de plantas de *Pisum sativum*, *C. sativus* y *Lupinus* sp., ha sido aislado de numerosos hospedantes, entre otros: *Allium* spp., *Ananas comusus*, *Antirrhinum* sp., *Apium graveolens*, *Atropa belladonna*, *Beta vulgaris*, *Capsicum annuum*, *Citrullus* sp., *coníferas*, *Daucus carota*, *Eucaliptus* sp., *Fragaria x*

*ananassa*, *Gossypium hirsutum*, *Ipomoea* sp., *Iris* sp., *Jacintus* sp., *Lactuca sativa*, *Linum usitatissimum*, *Medicago sativa*, *Nicotiana* sp., *Persea americana*, *Phaseolus vulgaris*, *Rhododendrom* sp., *Rheum rhabarbarum*, *Saccharum officinarum*, *Scilla* spp., *Solanum lycopersicum*, *Spinacea oleraceae*, y del suelo, turba y agua (van der Plaats-Niterink, 1981). A la fecha se hallan citadas 230 relaciones hospedante–patógeno (Farr & Rossman, 2014).

Se halla distribuido en: Europa (Alemania, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Dinamarca, Escocia, España, Finlandia, Francia, Italia, Islas del Canal Inglaterra y Gales, Lituania, Noruega, Países Bajos, Polonia, Reino Unido, Rusia, Serbia, Suecia, Suiza, Ucrania); Asia (Corea, China, Filipinas, India, Irán, Iraq, Israel, Japón, Líbano, Malasia, República Popular Democrática, República de Corea (Corea del Sur), Sabah, Taiwán, Vietnam); África (Egipto, Ghana, Sudáfrica, Túnez); América del Norte (Canadá, EE.UU); América Central y el Caribe (Puerto Rico); América del Sur (Argentina, Brasil); Oceanía (Australia, Islas Cook, Fiji, Nueva Caledonia, Nueva Guinea, Nueva Zelanda, Papúa, Polinesia francesa, Tasmania, Vanuatu) (CABBI/EPPO, 2011).

*P. irregulare* está citado en Bélgica causando podredumbre basal de lechuga (Van Beneden *et al.*, 2008); Bulgaria afectando plantas de pepino, tomate y clavel (Ilieva, 1995); Canadá en plantas de geranio con podredumbre basal (Orr & Martin, 1987) y en zanahoria (Bernard & Punja, 1995); España en árboles y arbustos (Tello *et al.*, 1999); Japón como patógeno de lisianto (Uematsu *et al.*, 1993). En Pakistán fue aislado de berenjena (Lodhi, 2007) y en Sudáfrica causando marchitamiento y podredumbre de raíces de plantas en cultivos hidropónicos (Gull *et al.*, 2004) y en vid (Spies *et al.*, 2011a); en Yugoslavia provocando podredumbre de corona y raíces en frutilla (Vico, 1994).

## 6. ANTECEDENTES EN ARGENTINA

En Argentina fue identificado por Frezzi, en 1949, afectando plantas de cebada (*Hordeum vulgare*) con menor desarrollo y clorosis seguida de necrosis parcial o total de las hojas (Frezzi, 1956). Además se hallan citados 36 hospedantes afectados por *P. irregulare*: *Alternanthera* sp. (alternantera), *Arachis hypogaea* (maní); *Avena sativa* (avena), *Camellia thea* (camelia), *Cupressus lusitanica* (ciprés lambertiana), *Cynara*

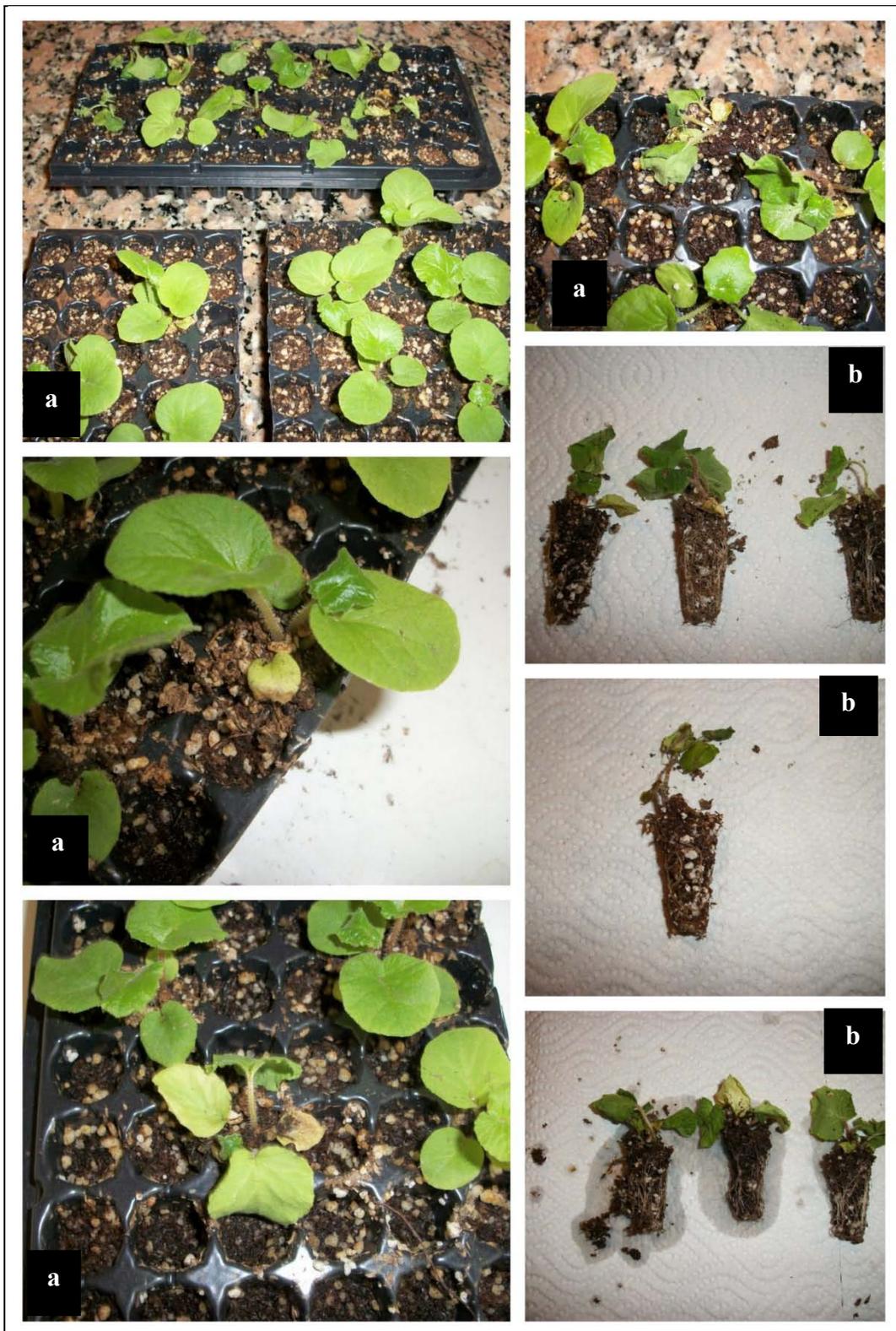
*scolymus* (alcaucil), *Daucus carota* (zanahoria), *Dianthus caryophyllus* (clavel), *Eruca sativa* (rúcula), *Erythrina crista-galli* (seibo), *Eucalyptus occidentales* (eucalipto), *Foeniculum vulgare* (hinojo), *Gaillardia aristata* (gallardia), *Glycine max* (soja), *Gypsophila* sp. (gipsófila), *Lactuca sativa* (lechuga), *Lupinus* sp. (lupino), *Solanum lycopersicum* (tomate), *Medicago sativa* (alfalfa), *Nicotiana tabacum* (tabaco), *Petroselinum crispum* (perejil), *Phaseolus vulgare* (poroto), *Phoenix dactylifera* (palmera datilera), *Pinus halepensis* (pino de Alepo), *Pisum sativum* (arveja), *Solanum melongena* (berenjena), *Sorghum vulgare* (sorgo), *Thuja* sp. (tuya), *Thuja occidentales* var *compacta* (tuya compacta), *Tragopogon porrifolius* (salsifi), *Trifolium repens* (trébol blanco), *Zinnia* sp. (zinnia). Los síntomas ocasionados, las localidades donde se halló la enfermedad, el autor y año de la primera cita se detallan en la Tabla 1.

No se hallaron referencias previas de otras especies de *Pythium* afectando *Primula obconica*, *Impatiens wallerana* o *Scindapsus aureus*

## 7. COMENTARIOS

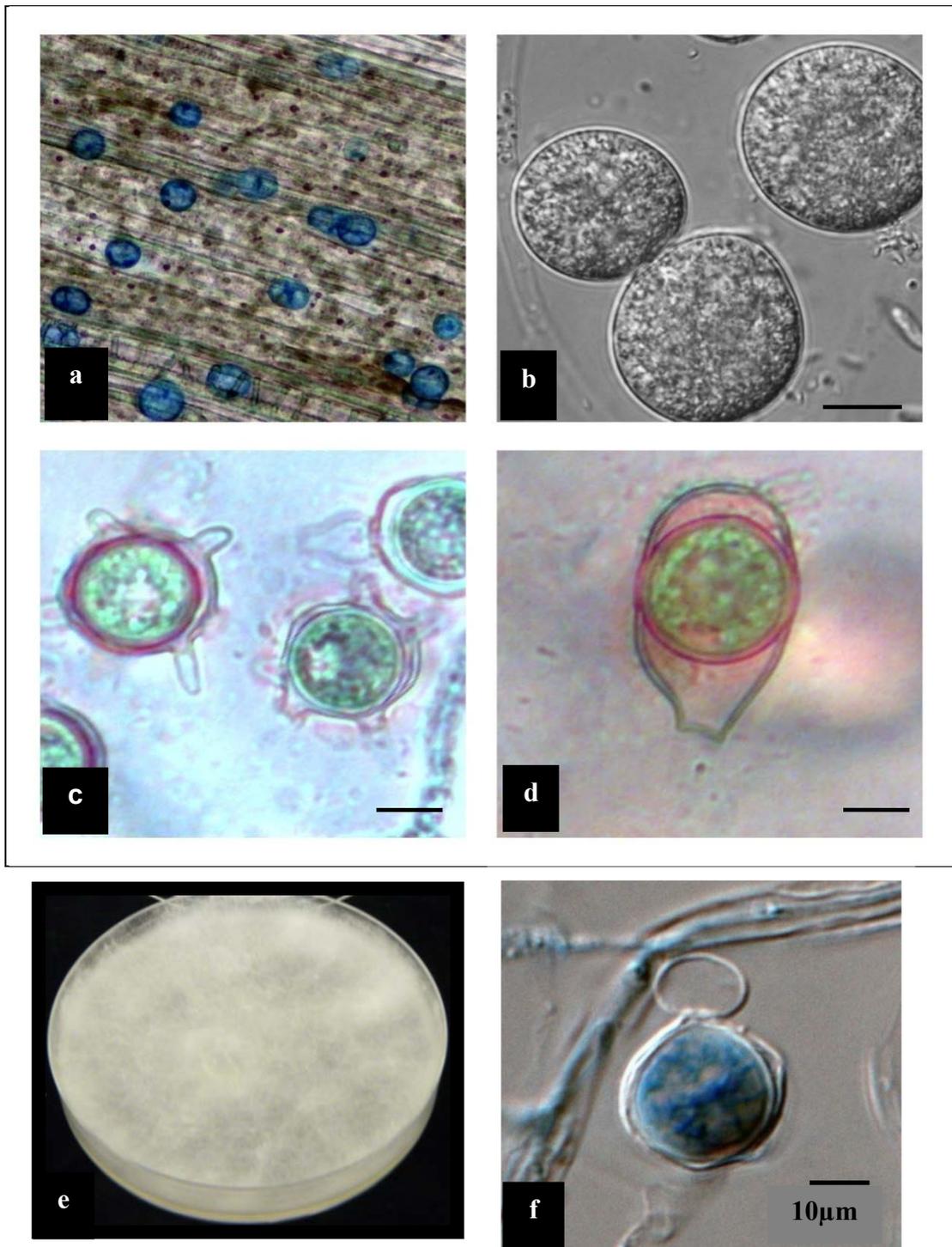
Las altas temperaturas (33 °C) a menudo inducen el desarrollo de oogonios anormales, reducen el número de oogonios ornamentados y aumentan el número de anteridios diclinos (Biesbrock & Hendrix, 1967, citado por van der Plaats-Niterink, 1981). En cultivos en agua, los oogonios tienen una mayor tendencia a formar proyecciones que en medios sólidos. La mayoría de las oosporas son apleróticas pero a menudo, un número de oosporas pleróticas o casi pleróticas también están presentes. En estas características, *P. irregulare* se diferencia de sus congéneres, *P. ultimum* y *P. paroecandrum* (van der Paats-Niterink, 1981).

## *PYTHIUM IRREGULARE*



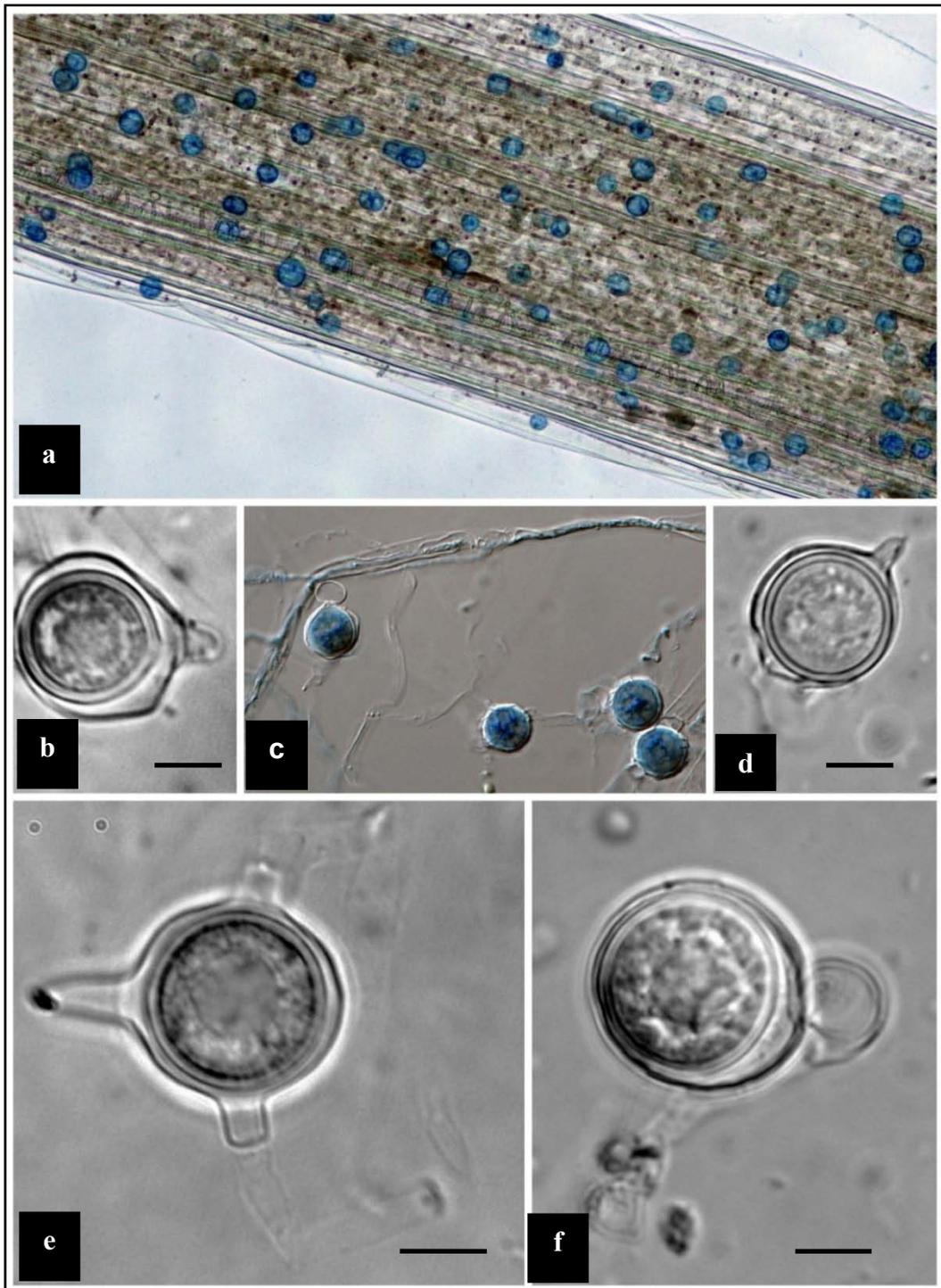
**Fig. 42:** *Pythium irregulare*: a) Síntomas en almácigos de *Primula* sp. *Damping off* en pre y post emergencia. b. Plantines enfermos con podredumbre de raíces y tallo.

***PYTHIUM IRREGULARE***



**Fig. 43: *Pythium irregulare*** a) Detalle de oosporas en tejido de *Agrostis* sp. b) Esporangios esféricos terminales. c) Oogonios con proyecciones cónicas o digitadas. d) Oogonio intercalar. e) Colonia de *P. irregulare* (7 días de crecimiento en APG). f) Detalle de oogonio con 1 anteridio sésil. BAR= 10 μm.

*PYTHIUM IRREGULARE*



**Fig. 44: *Pythium irregulare*** a) Hoja de *Agrostis* sp. con oosporas inmersas en el tejido. b, d, e) Oogonios con proyecciones cónicas. c) Oosporas y un oogonio con anteridio sésil. f) Oogonio liso y anteridio monoclino. BAR= 10  $\mu$ m.

## ***PYTHIUM SPINOSUM* Sawada (1926)**

Syn: *Globisporangium spinosum* (Sawada) Uzuhashi, Tojo & Kakish. (2010).

El aislamiento fue identificado como *P. spinosum* comparando los resultados biométricos y las morfologías observadas, con las descripciones de van der Plaats-Niterink (1981) y los trabajos taxonómicos de Frezzi (1956) y Dick (1990).

*P. spinosum* fue aislado por primera vez por Sawada & Chen (1926) en Taiwan, de plántulas de *Antirrhinum majus* (conejiño) con *damping off* (van der Plaats-Niterink, 1981). Yamamoto & Maeda (1961) establecieron a *P. artotrogus* var. *macracanthum* como sinónimo de *P. spinosum*. No obstante, según van der Plaats-Niterink (1981) considera que las dimensiones y ornamentaciones del oogonio y oosporas, descritas por estos últimos autores, difieren de las de *P. spinosum* y como no existe el material original para su observación, dicha sinonimia resulta dudosa. Uzuhashi *et al.* (2010) en una nueva clasificación taxonómica planteada para Pythiáceas proponen nombrar a esta especie como *Globisporangium spinosum* (Sawada) Uzuhashi, Tojo & Kakish.

Es una especie cosmopolita, que afecta especies de plantas de diferentes géneros y familias botánicas y también ha sido recolectada desde el suelo y el agua. Produce síntomas de *damping off*, tizón, podredumbre de corona y raíces.

### **1. ORIGEN DE LOS AISLAMIENTOS**

*P. spinosum* fue aislado de plantas de *Hebe speciosa* (hebe) = *Veronica speciosa* (verónica), obtenidas en cultivos afectados de la zona de Abasto-La Plata (Colección Ing. Wolcan, 2007).

### **2. SINTOMATOLOGÍA**

**2.1 *Hebe speciosa*** (Scrophulariaceae): Arbusto adaptado a condiciones de media sombra. Se comercializa para la ornamentación de jardines por su profusa floración a principios y mediados de verano. En recorridas efectuadas en 2007 (Wolcan, com. pers.) en un cultivo comercial se observaron plantas de *Hebe* de primer trasplante, con

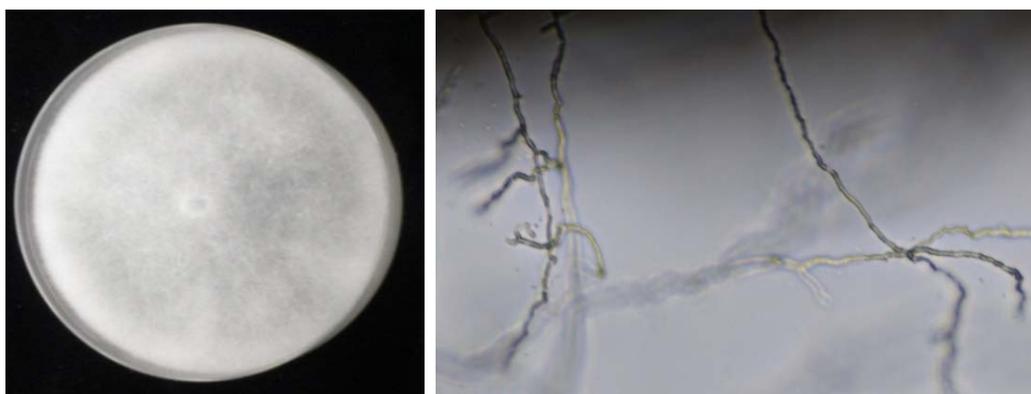
síntomas de podredumbre en los ápices de las raíces, clorosis de hojas basales y escaso crecimiento, a partir de las cuales se aisló *Pythium* sp. (AHE107).

**2.2. Pruebas de Patogenicidad:** Las inoculaciones, que se efectuaron en este período con la incorporación al sustrato del medio de Bayles con el patógeno (método de inoculación descrito en Materiales y Métodos ítem 5.3a), dieron resultados positivos en plantas con y sin heridas en raíces. A los 5 días de la inoculación se iniciaron síntomas de podredumbre basal, que fueron notorios a los 10 días. Al descalzar las plantas se observó pudrición de raíces. Todas las plantas testigo permanecieron sanas.

### 3. CARACTERIZACIÓN CULTURAL Y MORFOLÓGICA

#### 3.1 Caracterización de la colonia

La colonia en medio APG desarrolló un micelio blanco con abundantes hifas aéreas de aspecto algodonoso, sin seguir un patrón de crecimiento. Las temperaturas cardinales fueron mín. 1 °C, opt. 28 °C y máx. < 35 °C y la tasa de crecimiento en APG a 25 °C, de 30 mm/día. La cepa AHE107 se halla depositada en la WPC con el número P19653 y en la colección de la Cátedra de Fitopatología de la FAUBA (Fig. 45).



**Fig. 45:** a) *Pythium spinosum*. Desarrollo de colonia en medio APG. b) Detalle de hifas ramificadas.

**3.2 Caracterización morfológica** Micelio cenocítico fino con hifas principales < a 7  $\mu\text{m}$  de ancho, con ramificaciones secundarias bastante separadas entre sí y a su vez muy ramificadas, tabicado al envejecer (Fig.44). No se observaron apresorios. Desarrolló

“esporangios” no formadores de zoosporas, denominados por algunos autores hinchamientos hifales (van der Plaats-Niterink, 1981; Lodhi, 2007), terminales o intercalares de forma esférica o limoniforme, pared fina, mayormente lisa, 10-23 ( $\bar{x}$ : 20)  $\mu\text{m}$ ; oogonios terminales o intercalares, amarillentos, globosos o fusiformes, 14-21 ( $\bar{x}$ : 17,38)  $\mu\text{m}$  diám., ornamentados con numerosas proyecciones o espinas de forma digitada, 4,5-8,5  $\mu\text{m}$  long. X 1,5-2,0  $\mu\text{m}$  diám., con ápice obtuso; 1-3 anteridios por oogonio, mayormente monoclinos, ocasionalmente diclinos, pedicelados, evanescentes luego de la fertilización, con una célula anteridial, claviforme, alargada, con ápice redondeado, lisa y oosporas amarillentas pleróticas, ocasionalmente appleróticas, esféricas, lisas (13-) 16-19 (-20) ( $\bar{x}$ : 18)  $\mu\text{m}$  diám., de paredes finas (Figs. 46-47).

#### 4 CARACTERIZACIÓN MOLECULAR

Se hallaron en el GenBank numerosas secuencias de *P. spinosum* procedentes de diferentes hospedantes y países. La secuencia de la región ITS (ITS4/ITS5) del aislamiento AHE107 fue comparada con la secuencia AY598701 correspondiente al aislamiento tipo CBS27567, presentando un 99% de homología con un par de bases de diferencia, y 99% de homología y tres bases de diferencia con secuencias correspondientes a *P. spinosum* HQ643793- CBS27567, HQ643794, HQ643792, HQ643791 y con muchas otras secuencias del GenBank. También presentó 99% de homología con HQ643672-*P. kunmingense* CBS55088, difiriendo en 6 pares de bases. *P. kunmingense* es considerado como un sinónimo de *P. spinosum* de acuerdo a los resultados del análisis del ITS (Lévesque & de Cock, 2004) y del ITS y LSU (Lodhi, 2007).

Lévesque & de Cock (2004) relacionaron la filogenia y los caracteres morfológicos. *P. spinosum* se ubica en el clado F junto a *P. cylindrosporum*, *P. kunmingense*, *P. irregulare*, *P. mamillatum*, *P. paraecandrum*, *P. sylvaticum*, *P. debaryanum*, *P. intermedium* y *P. macrosporum*. Entre estas especies *P. kunmingense*, *P. irregulare*, *P. mamillatum*, *P. paraecandrum* y *P. spinosum* presentan esporangios no formadores de zoosporas y tienen oogonios con un número variable de espinas romas en su mayoría de forma digitada y diferente de la ornamentación predominantemente aguda en oogonios de las otras especies ornamentadas. Considerando la clave taxonómica planteada por Dick (1990) se observa que de las 23 especies con oogonios

ornamentados, sólo las mencionadas anteriormente, exhiben ambas características enunciadas, diferenciándose claramente *P. spinosum* de estas especies, por el tamaño de los oogonios y de sus proyecciones.

- ✓ El aislamiento es identificado como *P. spinosum* en base a sus caracteres culturales y morfobiométricos. Los estudios moleculares afirman los resultados obtenidos. Las Pruebas de Patogenicidad positivas, permiten concluir que *P. spinosum* es el agente causal de *Podredumbre basal y radicular de Hebe speciosa*, constituyendo ésta la primera cita de la enfermedad sobre este hospedante en el país y en el mundo.

## 5 RANGO DE HOSPEDANTES Y DISTRIBUCIÓN MUNDIAL

Ha sido reportada en diferentes países: Australia, Bulgaria, Corea, China, Estados Unidos, Inglaterra, India, Japón, Holanda, Nueva Zelanda, Pakistán, Sudáfrica, Taiwán, Brasil y España. *P. spinosum* se encuentra citado en 77 especies botánicas. Considerando los cultivos ornamentales que predominan en la región en estudio hallamos: *Actinidia chinensis*, *Aphelandra squamosa*, *Brassica oleracea*, *Calendula officinalis*, *Callistephus sinensis*, *Camellia japonica*, *Capsicum annuum*, *Cucurbita maxima*, *Cucurbita* sp., *Chrysanthemum* sp., *Dianthus chinensis*, *Eustoma grandiflorum*, *Fatsia* sp., *Gypsophila* sp., *Lactuca sativa*, *Lycopersicon esculentum*, *Rhododendron* sp., *Spinacia oleracea*, *Zinnia* sp. (Farr & Rossman, 2014). En Sudáfrica se halló asociado a marchitamiento y pudrición radicular en cultivos hidropónicos (Gull *et al.*, 2004) y en *Vitis vinifera* (McLeod *et al.*, 2009). En Taiwán afectando *Antirrhinum majus*, *Calendula officinalis*, *Campanula media*, *Chrysanthemum coronarium*, *Dianthus chinensis*. Además ha sido aislado de suelo y agua en Brasil (Baptista *et al.*, 2004).

## 6 ANTECEDENTES EN ARGENTINA

En Argentina, *P. spinosum* se halla citado ocasionando podredumbre de frutos en maní (*Arachis hipogea*) en la Provincia de Córdoba (Frezzi, 1960); podredumbre de raíces en frutilla (*Fragaria ananassa*) (Meneguzzi *et al.*, 2011) y *damping off* en gipsofila (*Gypsophilla* sp.) y berenjena (*Solanum melongena*) en la Provincia de Tucumán (Frezzi, 1956) (Tabla 1).

No se hallaron referencias previas de especies de *Pythium* afectando *Hebe* spp.

## 7. COMENTARIOS

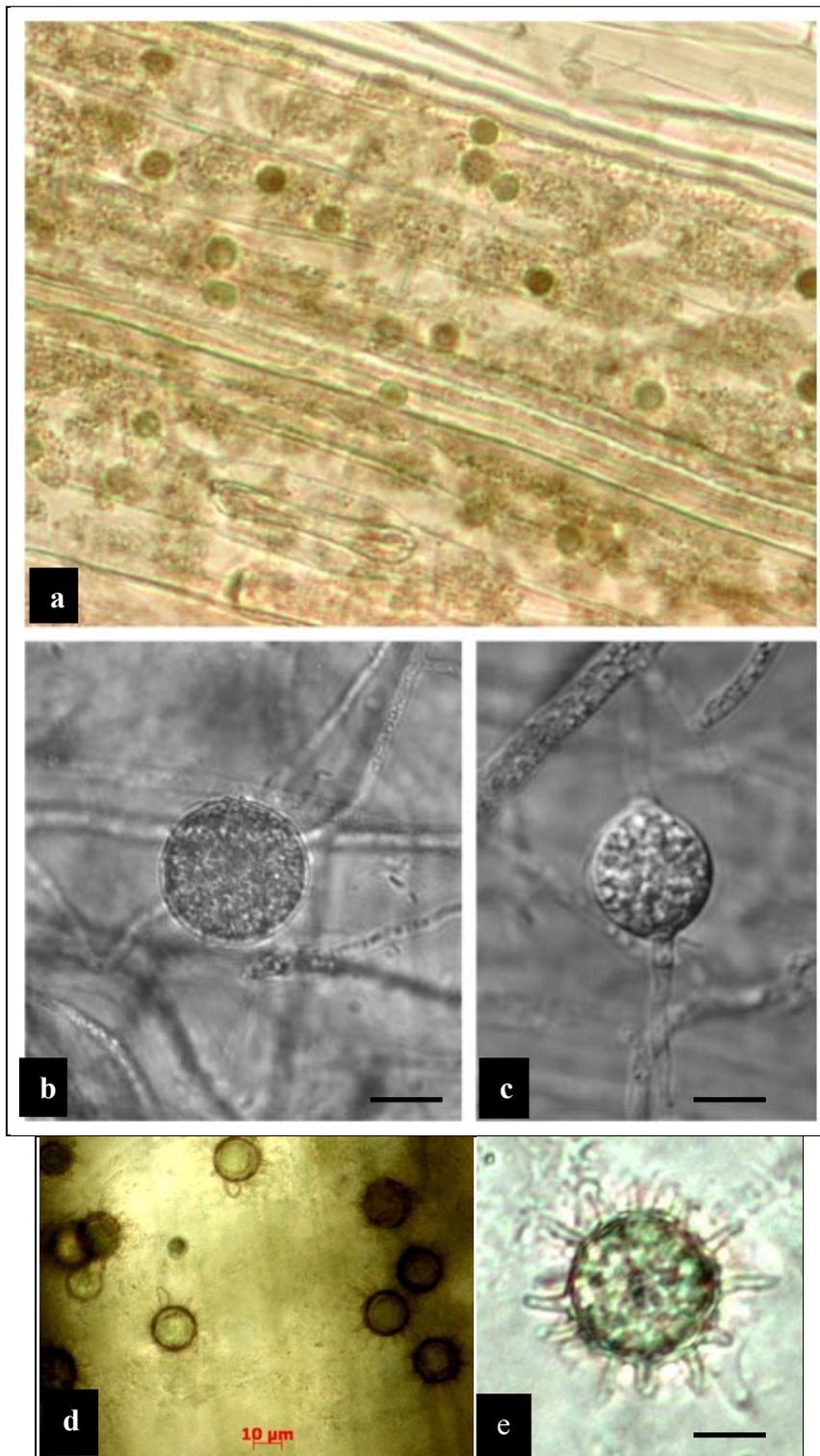
a) Van der Plaats-Niterink (1981) cita temperaturas de 5 °C, 25 °C y 35 °C, como mínima, óptima y máxima, respectivamente y una tasa diaria de crecimiento de 30-35 mm en APG a 25 °C. Frezzi (1956) no cita temperaturas cardinales para la especie presente en Argentina. Robertson (1980) en Nueva Zelanda reporta temperaturas mín. de 1 °C, ópt. 30 °C y máx. 40 °C y crecimiento a 30 °C de 29 mm/día.

b) Las descripciones de Middleton (1943), Frezzi (1956) y Robertson (1980) mencionan la presencia de esporangios en esta especie. Frezzi no indica la formación de zoosporas sino un tipo de germinación directa, por lo cual estas estructuras (que unos autores llaman esporangios y otros hinchamientos hifales (van der Plaats-Niterink, 1981; Lodhi, 2007) serían las mismas, de acuerdo a sus descripciones. En el presente estudio tampoco se observó la presencia de zoosporas. Las características culturales y morfológicas observadas están dentro de los rangos mencionados por otros autores.

c) Sobre el género *Hebe* sólo se encontró una cita de *P. spinosum* afectando *H. odora* en Nueva Zelanda (Robertson, 1980). A nivel mundial se hallan citadas *Phytophthora nicotianae*, *Ph. drechsleri* y *Ph. cactorum* infectando al género *Hebe*. (Farr & Rossman, 2014).

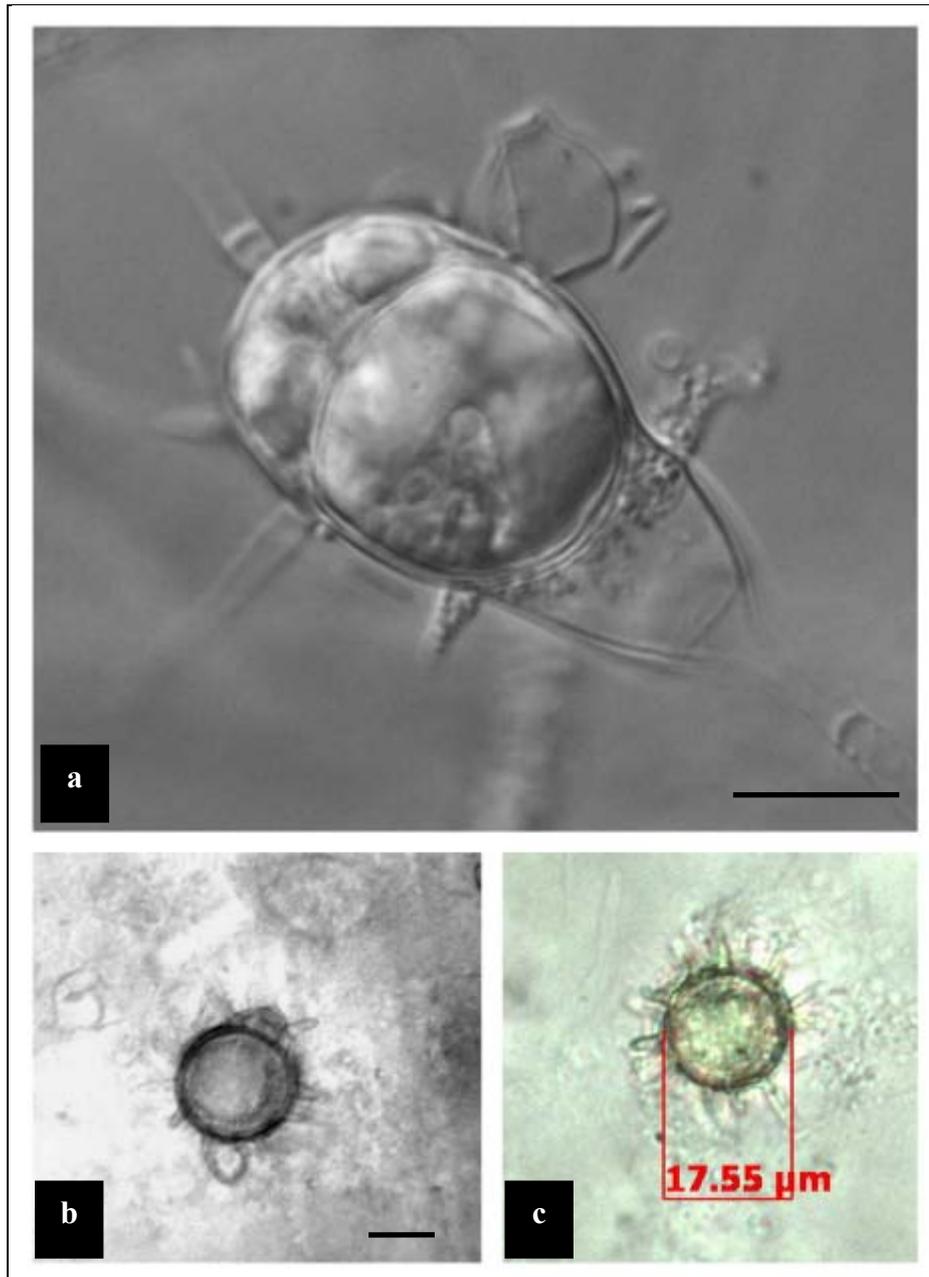
**Aclaración:** van der Plaats-Niterink, (1981) incluye erróneamente algunos hospedantes de *P. spinosum* en Argentina citando a Frezzi (1956) como referencia bibliográfica. Menciona “*Allium* spp., *Antirrhinum majus*, *Arctium lappa*, *Brassica* spp., *Calendula officinalis*, *Callistephus sinensis*, *Campanula media*, *Carica papaya*, *Chrysanthemum coronarium*, *Citrullus vulgaris*, *Coriandrum sativum*, *Cucumis melo*, *Daucus carota*, *Gypsophila* sp., *Lactuca sativa*, *Lycopersicon sculentum*, *Papaver rhoeas*, *Piptadenia rigida*, *Primula sinensis*, *Solanum melongena*, *Zinnia elegans*”. De la lectura del trabajo original de Frezzi, se desprende que estos hospedantes no se encuentran en Argentina, correspondiendo a una referencia histórica que hace el autor sobre los trabajos realizados por Sawada (1926) y Sawada & Chen (Frezzi, 1956).

*PYTHIUM SPINOSUM*



**Fig. 46:** a) Desarrollo de oogonios, anteridios y oosporas en hoja de *Agrostis* sp. en agua. b) Esporangio terminal. c) Esporangio intercalar. d) Oogonios y anteridios. e) Detalle de oospora con proyecciones del oogonio digitadas de ápice obtuso. BAR= 10 µm.

***PYTHIUM SPINOSUM***



**Fig. 47: *Pythium spinosum*.** a) Oogonio inmaduro intercalar, fusiforme con anteridio diclino y proyecciones. b) Oogonio y anteridio. c) Detalle de medición de una oospora con proyecciones del oogonio digitadas. BAR= 10  $\mu\text{m}$ .

# C-ÓRGANOS SEXUALES AUSENTES

## *PYTHIUM INTERMEDIUM* De Bary (1881)

*Syn: Artotrogus intermedius* (de Bary) G.F. Atk. (1895)

*Globisporangium intermedium* (de Bary) Uzuhashi, Tojo & Kakish (2010).

El aislamiento fue identificado como *P. intermedium* de Bary de acuerdo a la descripciones de Frezzi (1956), Waterhouse (1968), van der Plaats-Niterink (1981) y Dick (1990). *P. intermedium* fue descrito por primera vez por de Bary en 1881, quien lo aisló en Alemania a partir de material vegetal muerto. Luego ha sido aislado reiteradamente de suelo, agua y plantas enfermas. Afecta numerosos géneros y especies cultivadas donde ocasiona *damping off* en almácigos, podredumbre de la base del tallo y de raíces en numerosas plantas ornamentales y ocasionalmente en plantas cultivadas y árboles.

### 1. ORIGEN DE LOS AISLAMIENTOS

El aislamiento AING108 se obtuvo a partir de plantas enfermas de *Impatiens x hawkerii* (*impatiens* Nueva Guinea, *impatiens*) de viveros de la localidad de Lomas de Zamora y el ASPH115 de plantas en maceta de primer y segundo repique de *Spathiphyllum wallisii* Regel (espatifilo), procedentes de viveros de producción de la ciudad de La Plata (Colección Ing. Wolcan, 2006).

### 2. SINTOMATOLOGÍA

**2.1. *Impatiens x hawkerii*** (Balsaminaceae): Planta herbácea de tallos suculentos originaria del continente africano. Su utilización está muy difundida en jardines para armado de macizos florales o como planta en maceta. Se produce en todo el cinturón verde La Plata- Buenos Aires, principalmente en las zonas Norte y Oeste.

Wolcan (2006), en invernáculos de producción de este cultivo, encontró un foco de plantas con síntomas de marchitamiento y podredumbre del tallo. Los ejemplares

enfermos se hallaban en plena floración y al descalzarlos se observó podredumbre de raíces. El aislamiento obtenido de estas lesiones fue identificado como *Pythium* sp. Las Pruebas de Patogenicidad fueron efectuadas con resultados positivos, manteniéndose el aislamiento en la colección CIDEFI- UNLP (Wolcan & Grego, 2007).

Idéntica sintomatología fue encontrada en 2009 en la misma zona, aislándose un Oomycete de características iguales al encontrado por Wolcan (com. pers.), procediéndose a la identificación específica de ambos aislamientos (2006-colección y 2009), repitiéndose las Pruebas de Patogenicidad.

**2.2. *Spathiphyllum wallisii*** (Araceae): Presenta difusión mundial, se cultiva principalmente como planta en maceta para decoración de interiores. A fines de primavera de 2006 en un cultivo comercial bajo invernáculo, se hallaron plantas enfermas de “espatifilo”. Se observó el prematuro amarillamiento de las hojas basales y al descalzar las plantas las raíces mostraban necrosis en los ápices. De esas lesiones fue aislado *Pythium* sp., sin comprobarse su patogenicidad (Wolcan, com. pers.), permaneciendo la cepa en la colección CIDEFI-UNLP. Durante la ejecución de la presente tesis este aislamiento fue identificado y se efectuaron las correspondientes Pruebas de Patogenicidad.

**2.3 Pruebas de patogenicidad:** El inóculo se preparó según lo descrito en Materiales y Métodos (ítem 5.3a): 1) Se trituró y se mezcló con suelo sin esterilizar (1: 10, peso:peso) en macetas en las que se colocaron a) plantas de “impatiens” de dos meses, cuyas raíces se lesionaron previamente. b) plantas de “espatifilo” de primer trasplante con 5 a 7 hojas. 2) En plantas de “impatiens” se hicieron heridas en la base del tallo colocándose porciones de APG colonizadas por *Pythium* y se cubrieron con algodón embebido en agua destilada y cinta de papel, de acuerdo a lo mencionado en Materiales y Métodos, ítem 5.1) (Fig. 48).

Las plantas se mantuvieron en invernadero bajo condiciones naturales ( $22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 4$ ). Las evaluaciones se realizaron diariamente a partir de la inoculación. Las Pruebas de Patogenicidad dieron resultado positivo en ambos casos, manifestándose los síntomas a las 48-72 h. *P. intermedium* demostró ser altamente patógeno en *Impatiens* Nueva Guinea y en *Spathiphyllum wallisii*.

### **3. CARACTERIZACIÓN CULTURAL Y MORFOLÓGICA**

Los aislamientos provenientes de los 2 hospedantes tuvieron el mismo comportamiento en los medios de cultivo y las mismas características morfológicas.

#### **3.1. Caracterización de la colonia**

En APG a 20 °C formó una colonia blanca de crecimiento lento con abundantes hifas aéreas de aspecto algodonoso (Fig. 48). En AHM las colonias fueron subsuperficiales o inmersas. Las temperaturas cardinales de crecimiento fueron: mín. 5 °C, ópt. 20-25 °C y máx. 30 °C. El crecimiento promedio en APG a 20 °C fue de 31 mm/día. Los aislamientos AING108 y ASPH 115 se encuentran en las colecciones de las Facultades de Agronomía de la FAUBA y del CIDEFI- UNLP.

#### **3.2 Caracterización morfológica**

Micelio cenocítico, hialino, muy ramificado y uniforme, esporangios, esféricos, 9,60-28 ( $\bar{x}$ : 15)  $\mu\text{m}$  diám., terminales, a veces intercalares, a menudo formando cadenas regulares con formación basípeta hacia el extremo de la hifa, de rápida liberación. Estos aislamientos no formaron estructuras sexuales. Tampoco fueron observados en la cepa de colección (2006) (Figs. 49-51).

Según van der Plaats-Niterink (1981) se forman hinchamientos hifales y los oogonios se producen raramente y siempre en edad avanzada del cultivo, pero la especie es rápidamente identificada debido a la formación de hinchamientos hifales catenulados en sucesión basípeta y de fácil desprendimiento. Otros autores mencionan la producción de esporangios y zoosporas (Matthews, 1931; Middleton 1943 citados en van der Plaats-Niterink, 1981). También Frezzi (1956) cita la formación de zoosporangios y zoosporas en agua.

### **4. CARACTERIZACIÓN MOLECULAR**

La secuencia (ITS4/ITS5) del aislamiento AING108 fue comparada en GenBank hallándose un 100% de homología para *P. intermedium* con numerosas secuencias. Entre estas con HQ643572 correspondiente al cultivo tipo CBS266.38, HQ643579, HQ643578; KF525843; KF889750. Estos resultados son coincidentes con la identificación morfológica efectuada, validando los resultados obtenidos.

Filogenéticamente *P. intermedium* se ubica en el clado F junto a *P. cylindrosporium*, *P. kunmingense*, *P. irregulare*, *P. mamillatum*, *P. paraecandrum*, *P. sylvaticum*, *P. debaryanum* y *P. macrosporium* (Lévesque & de Cock, 2004). Son características diferenciales la formación de sus hinchamientos hifales en regulares cadenas con desarrollo basípeto hacia el extremo de la hifa, de rápida liberación, que permite ver los agrupamientos en cadena en las preparaciones microscópicas. Los aislamientos AING108 y ASPH115 presentaron características similares a las mencionadas por Lévesque & de Cock para este agrupamiento.

- ✓ La caracterización morfológica y molecular y el resultado de las pruebas de patogenicidad demostraron que *P. intermedium* es el agente causal del “*Marchitamiento y podredumbre basal*” en *Impatiens* Nueva Guinea y en espatifilo. Ambas patologías se citan por primera vez en el país.

## 5. RANGO DE HOSPEDANTES Y DISTRIBUCIÓN MUNDIAL

*P. intermedium* afecta un amplio rango de hospedantes de las siguientes familias botánicas: Begoniaceae, Bromeliaceae, Chenopodiaceae, Compositae, Coniferae, Cruciferae, Euphorbiaceae, Geraniaceae, Gramineae, Leguminosae, Liliaceae, Linaceae, Moraceae, Onagraceae, Ranunculaceae, Rosaceae, Solanaceae, Ulmaceae, Violaceae; y Ordenes Equisetales y Filicales. (Waterhouse & Waterston, 1964).

Especie cosmopolita se halla distribuída en diferentes países: Asia (China); Australia y Oceanía (Hawaii); Europa (Inglaterra, Bélgica, Francia; Alemania, Holanda, Suiza, Unión Soviética); América (Estados Unidos, Argentina). Ha sido aislado de suelo en China, Hawai, Irlanda, Suiza, Unión Soviética, Estados Unidos, Líbano, Japón y del agua en Alemania, Unión Soviética y Egipto (van der Plaats- Niterink, 1981).

Con referencia a las especies ornamentales que afecta ha sido reportado por van der Plaats-Niterink (1981), como patógeno de coníferas en Australia (Vaartaja, 1967); en *Abutilum* (Butler, 1907), en *Begonia* sp. (Middleton, 1938, 1943), helechos (Atkinson, 1895) y Tulipa sp. (Middleton, 1943) en los Estados Unidos; en Holanda en *Chrysanthemum* sp. (Buisman, 1927), *Aquilegia*, *Godetia* (Meurs, 1928); Jacintus (Saaltiwk, 1969), bulbos de flores, *Antirrhinum*, *Saintpaulia* (van der Plaats-Niterink,

1975) y *Viola* (Eek, 1937, 1938). Además, fue citado afectando *Rosa* sp. en Francia (Metzger *et al.*, 2007).

**Aclaración:** van der Plaats-Niterink, (1981) erróneamente menciona para Argentina hospedantes que fueron citados por Frezzi (1957) como antecedentes en Estados Unidos: “ornamentales, *Phaseolus*, *Pisum*, *Pyrus*, *Ricinus*, *Lycopersicum esculentum* y *Ulmus*, lino, *Fragaria*, hierbas”; debiendo decir para Estados Unidos: *Begonia lloydii*, *B. tuberhybride* Woss, helechos, *Ricinus communis* L., *Aquilegia vulgaris* L., *Arabis alpina* L., *Chrysanthemum morifolium* Ram, *Festuca duriuscula* L., *Fragaria vesca* L.; *Godetia willdenowiana* Spach; *Hesperis matronalis* L., *Linum usitatissimum* L., *Lolium annuum* L. var. *westerucoldicum*, *Pelargonium* sp., *Phaseolus vulgaris* L. *Pisum sativum* L., *Ulmus campestris* L. var. *latifolia* y *Viola tricolor* L.. Para Estados Unidos, en su lugar sólo se citan como hospedantes a begonia, helechos y tulipán.

## 6. ANTECEDENTES EN ARGENTINA

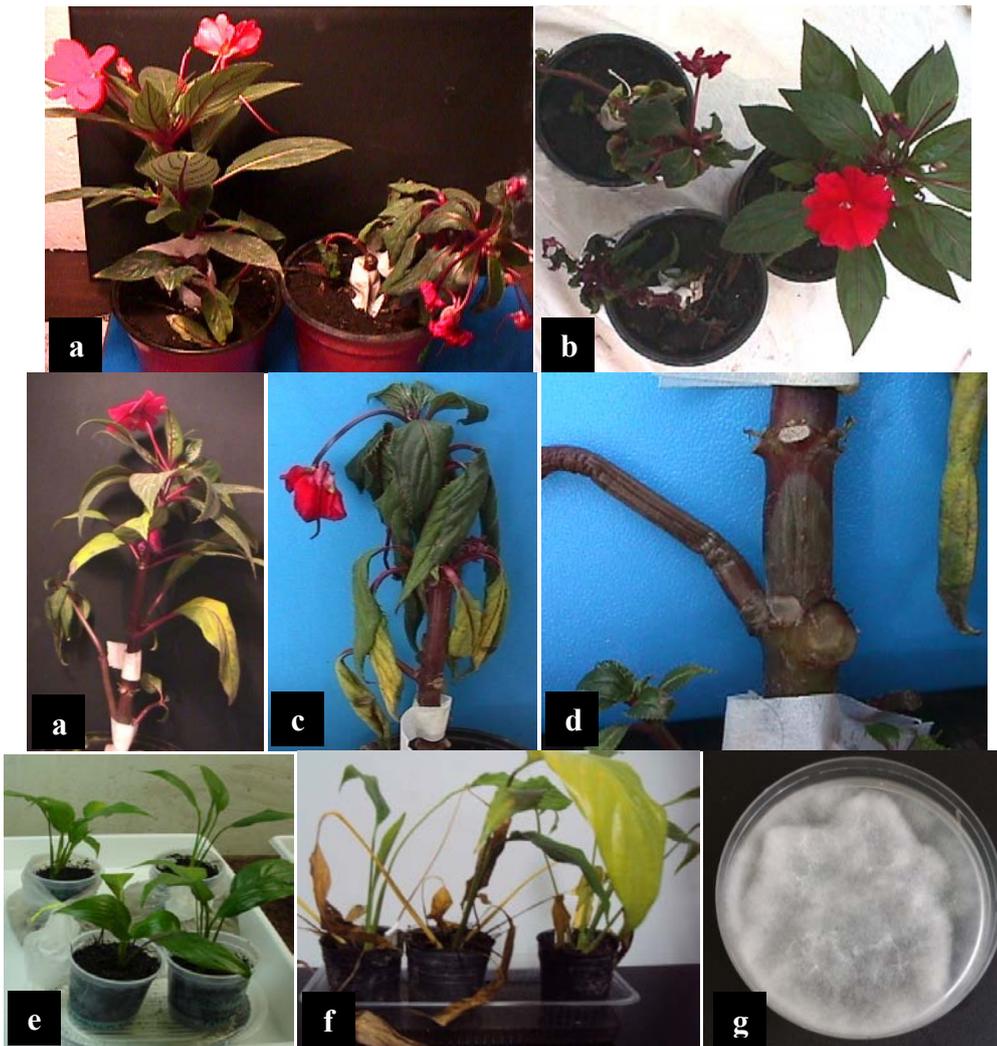
En Argentina Frezzi (1956) cita a *P. intermedium* causando *damping off* en: *Capsicum annuum* (pimiento) y *Morus alba* (morera) en la Provincia de Córdoba, *Solanum lycopersicum* (tomate) en la Provincia de Tucumán, y *Piptadenia rigida* (anchico colorado) en la Provincia de Misiones.

No se encontraron antecedentes de otras especies de *Pythium* afectando *Spathiphyllum wallisii* o *Impatiens x hawkerii*.

## 7. COMENTARIOS

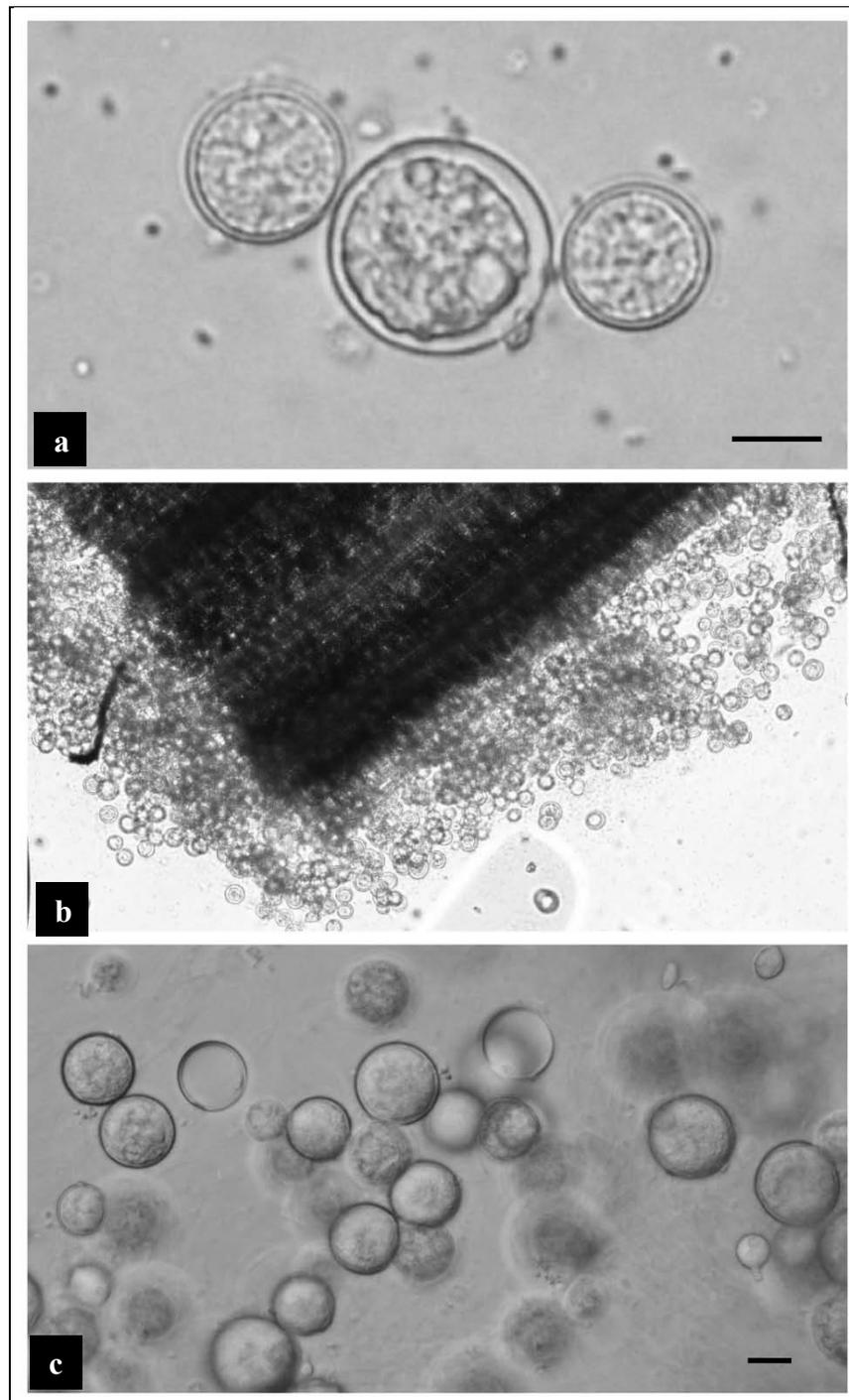
Entre las especies de *Pythium* que afectan a *impatiens* Nueva Guinea, han sido identificadas: en Estados Unidos *P. ultimum* ocasionando la podredumbre de la corona (Castillo & Peterson, 1990) y *P. irregulare* afectando cultivos creciendo bajo invernáculo en Pennsylvania (Moorman *et al.*, 2002); en Japón *P. spinosum* ocasionando podredumbre de raíces (Shoji *et al.*, 1999). Con referencia a la diseminación de las enfermedades ocasionadas por *Pythium* spp. en un cultivo, es necesario destacar que la etapa larval de *Bradysia impatiens* sirve como un importante vector de *Pythium* spp. en el cultivo de *impatiens* (Gardiner, 1990).

## *PYTHIUM INTERMEDIUM*



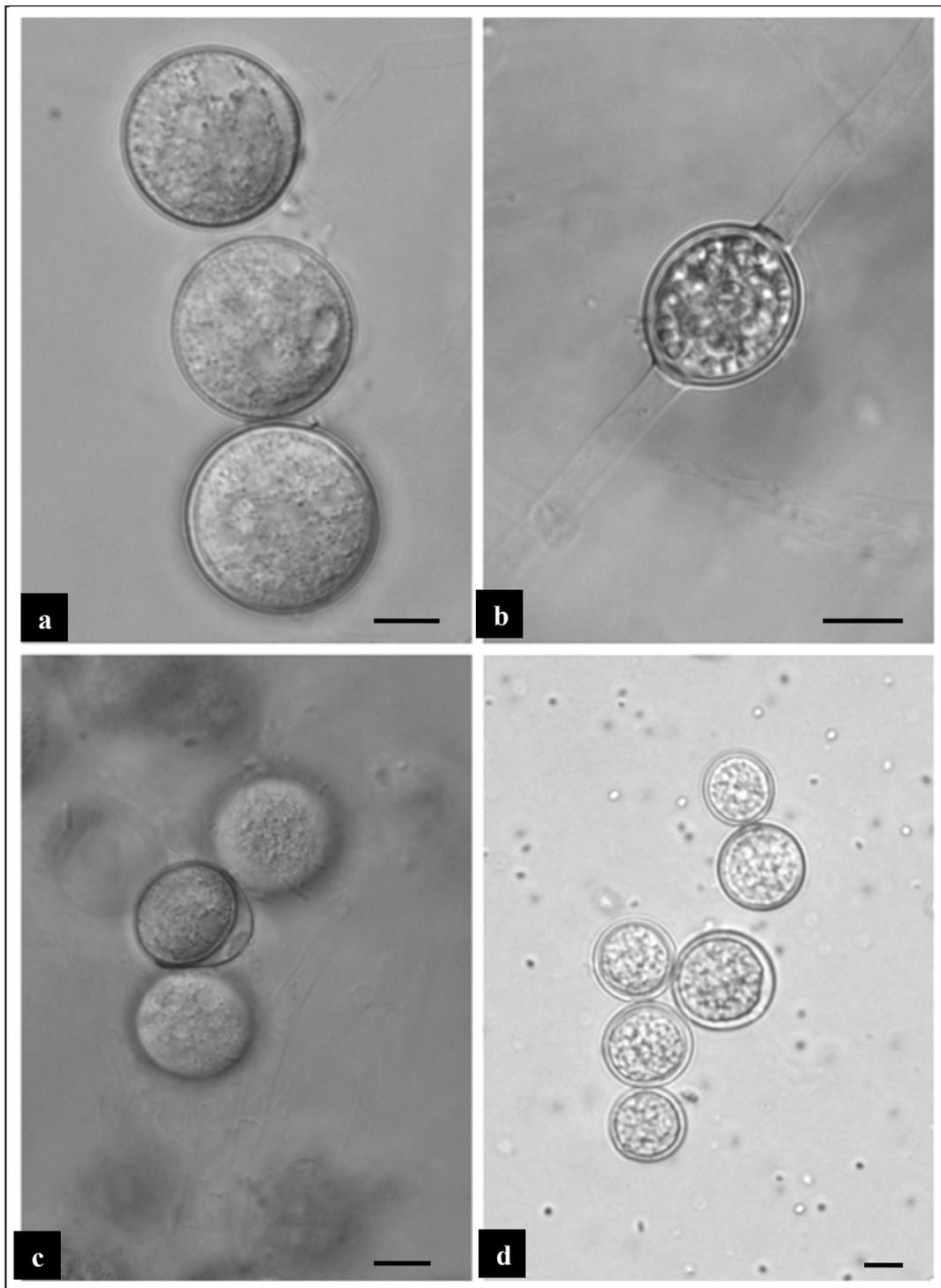
**Fig. 48:** *Impatiens x hawkerii*. a) Plantas con síntomas de marchitamiento y podredumbre basal. b) Plantas de impatiens 3 días después de la inoculación. c) Plantas inoculadas en la base del tallo, luego de 24 (izquierda) y 48 horas (derecha). d) Mancha acuosa de la podredumbre húmeda que avanza a partir del punto de inoculación. e) Plantas de espatifilo sanas recién inoculadas. f) Plantas de espatifilo a los 10 días de la inoculación. g) Colonia en APG con crecimiento de 5 días.

**PYTHIUM INTERMEDIUM**



**Fig. 49:** *P. intermedium*. a, c) Esporangios desprendidos luego de su formación basípeta. b) Desarrollo de esporangios en hoja de *Agrostis*. sp. BAR= 10  $\mu$ m.

**PYTHIUM INTERMEDIUM**



**Fig. 50: *P. intermedium*.** a, c, d) Esporangios en cadenas de sucesión basípeta, ya desprendidos. b) Esporangio intercalar. BAR= 10  $\mu$ m.

***PYTHIUM INTERMEDIUM***



**Fig. 51: *P. intermedium*.** a) Esporangios terminal e intercalar.  
b) Esporangio terminal. c) Esporangios de reciente formación.  
BAR= 10  $\mu$ m.

## ***PYTHIUM SPLENDENS* Braun (1925)**

**Syn:** *Pythium splendens* var. *hawaiianum* Sideris (1932)

*Globisporangium splendens* (Braun) Uzuhashi, Tojo & Kakish  
(2010)

El aislamiento fue identificado como *Pythium splendens* Braun, de acuerdo a la descripciones de van der Plaats-Niterink (1981), Waterhouse & Waterston (1966) y Dick (1990). Fue descrito por primera vez por Braun (1925), quien lo aisló de gajos de geranio (*Pelargonium hortorum* Bailey y *P. zonale* Ait.) con *damping off* en viveros de Estados Unidos. Cosmopolita, afecta numerosos géneros y especies. Ocasiona *damping off*, podredumbre negra del pie, tizón, podredumbre de raíces y marchitamiento. Es una especie de amplia distribución mundial, predominantemente heterotática, aunque se han reportado cepas homotáticas. Entre otras, la primera es citada por Leonian (1925), cultivo tipo depositado como CBS 252.28, aislado de raíces de tabaco creciendo bajo invernáculo en la localidad de Baarn (Holanda) (van der Plaats-Niterink, 1969).

### **1. ORIGEN DE LOS AISLAMIENTOS**

El aislamiento AAZ124-24 fue obtenido de gajos de *Rhododendron indicum* (L.) Sweet (azalea) de un cultivo de la localidad de Garín (Provincia de Buenos Aires).

### **2. SINTOMATOLOGÍA**

**2.1. *Rhododendron indicum*** (Ericaceae): Su producción en Argentina se concentra en los alrededores de Buenos Aires, principalmente en los partidos de Escobar, Tigre y General Rodríguez y en menor proporción en los partidos de la zona sur de la Provincia. En el interior del país se cultiva en las cercanías de Concordia (Provincia de Entre Ríos). Se producen diferentes variedades de diferentes especies de *Rhododendron*. Es una de las principales plantas ornamentales utilizada como planta en maceta. Además se usa como arbusto para la ornamentación de jardines. Su producción se destina al mercado interno, que demanda ejemplares de floración abundante y durable.

En 2010, en camas de enraizamiento de gajos de azalea se observó pérdida de raíces a causa de podredumbre, la cual se extendió hasta la base del tallo. Las hojas se volvieron cloróticas y se produjo su defoliación, pudiendo causar la muerte de los gajos.

**2.2. Pruebas de patogenicidad:** Se inocularon gajos enraizados mediante la incorporación de trocitos de agar con desarrollo del Oomycete en contacto con las raíces (descrito en Materiales y Métodos, ítem 5.2). Bajo condiciones de alta humedad se produjo amarillamiento y defoliación de las hojas comenzando por las basales a partir de los 10 días desde la inoculación. Si bien hubo una severa defoliación asociada a pérdida de raíces por podredumbre, que se manifestó en la totalidad de los plantines inoculados, las plantas no murieron ya que la lesión no se extendió a los tallos (Fig. 52).

### **3. CARACTERIZACIÓN CULTURAL Y MORFOLÓGICA**

#### **3.1 Caracterización de la colonia**

En APG a 20 °C desarrolló una colonia blanca de crecimiento radial, con producción de micelio aéreo en los bordes de la caja de Petri. Las temperaturas cardinales de crecimiento fueron: mín. 5 °C, ópt. 30-35 °C y máx. 37 °C. El crecimiento promedio a 20 °C fue de 21 mm/día y a 30 y 35 °C de 41 mm/día. El aislamiento AAZ124 se encuentra en las colecciones de la Cátedra de Fitopatología FAUBA y del CIDEFI-UNLP.

#### **3.2. Caracterización morfológica**

Formó abundantes “esporangios terminales”, esféricos, entre 24-43 ( $\bar{x}$ : 37)  $\mu\text{m}$  diám., que al madurar presentaron en su interior predominantemente 1, a veces 2 glóbulos oscuros de aceite. No se observó producción de zoosporas, por lo que algunos autores los reportan como hinchamientos hifales. No se formaron estructuras sexuales. Micelio heterotálico (Fig. 53).

El gran tamaño de los hinchamientos hifales, la presencia de glóbulos de aceite en su interior (observándose un contenido oscuro y denso), y la ausencia de esporangios, zoosporas y oogonios al sembrar en *Agrostis* sp. permiten la diferenciación morfológica de esta especie.

#### 4. CARACTERIZACIÓN MOLECULAR

La secuencia obtenida (ITS4/ITS5) fue alineada en la base de datos del servidor BLAST-NCBI, observándose una homología de 98% con secuencias disponibles en GenBank para *P. splendens* AY375242, HQ237486, GU983648, FJ415950, FJ415951, AB796303 y AB796300, entre otras.

Filogenéticamente *P. splendens* se ubica en el cluster o agrupamiento I de Lévesque & de Cock (2004), junto con *P. heterothallicum*, *P. ultimum* var. *ultimum* y *P. ultimum* var. *sporangiferum*. No presentan características morfológicas en común que permitan su diferenciación de otros agrupamientos. *P. ultimum* var. *sporangiferum* es de rara aparición, mientras las otras especies están distribuidas en todo el mundo. Forma esporangios y zoosporas, el resto de las especies del cluster presenta hinchamientos hifales. *P. heterothallicum* y *P. splendens* son heterotálicos, mientras *P. ultimum* var. *ultimum* y *P. var. sporangiferum* son homotálicos. Son patógenas de dicotiledóneas, salvo *P. heterothallicum* sobre el cual hay escasa información sobre su patogenicidad. van der Plaats-Niterink (1981) reporta que *P. heterothallicum* fue originalmente aislado de suelo en Canadá y posteriormente reportado en otros países (Alemania, Costa Rica, Checoslovaquia, Estados Unidos, Holanda, Ibiza, Kenya, Nueva Zelandia, Sardinia (Cerdeña), siempre a partir de muestras de suelo.

- ✓ La caracterización morfológica y molecular y el resultado de las pruebas de patogenicidad demostraron que *P. splendens* es el agente causal de *Podredumbre radicular* de *Rhododendron indicum*, siendo éste el primer reporte de la enfermedad en el país.

#### 5. RANGO DE HOSPEDANTES Y DISTRIBUCIÓN MUNDIAL

*P. splendens* afecta un amplio rango de hospedantes, encontrándose entre los principales algunas plantas ornamentales de hoja, como *Aglaonema simplex*, *Dieffenbachia picta*, *Epipremnum aureum*, *Hedera helix*, *Monstera deliciosa*, *Peperomia caperata*, *Philodendron scandens* subsp. *oxycardium*, *Scindapsus aureus*, *Caladium* sp., *Chamaedorea elegans*, *Chrysalidocarpus lutescens*, *Syngonium* spp.; ornamentales de flor como *Anthurium scherzerianum*, *Chrysanthemum* spp., *Cymbidium*

spp., *Begonia* sp., *Coleus* sp., *Pelargonium* spp. y cultivos a campo: *Ananas comosus*, *Capsicum* sp., *Carica papaya*, *Cucumis sativus*, *Helianthus annuus*, *Hordeum vulgare*, *Ipomoea batatas*, *Lactuca sativa*, *Gossypium hirsutum*, *Manihot utilissima*, *Phaseolus vulgaris*, *Nicotiana tabacum*, *Raphanus sativus*, *Spinacia oleracea*, *Trifolium* spp., *Triticum aestivum*, *Vicia faba*, *Vigna sinesis*, *Zea mays* y otros. En helechos: *Platyserium grande* (van der Plaats-Niterink, 1981; Farr & Rossman, 2014).

Se encuentra distribuido en numerosos países de África (Congo, Costa de Marfil, Madagascar, Nigeria, South África, Tanzania); Asia (India, Irán, Japón, Malasia, Singapur, Taiwan, Vietnam); Australasia y Oceanía (Australia (Tasmania), Fiji, Hawaii, Nueva Caledonia, Nueva Zelanda, Papua, Nueva Guinea, Islas Salomón); Europa (Bélgica, Inglaterra, Francia, Alemania, Irlanda, Italia, Netherlands (Holanda), Portugal); América del Norte: Estados Unidos; América Central (Jamaica, Puerto Rico, Trinidad y Tobago); América del Sur (Colombia) (CABI, 1979).

Luego de su primera cita en los Estados Unidos, afectando gajos de *Pelargonium*, fue reportado en numerosos países y hospedantes, entre los cuales van der Plaats-Niterink (1981) menciona: en Canadá afectando *Peperomia* (Chase & Munneke, 1978), *Pelargonium* (Dodge & Swift, 1932), *Begonia* (Middleton, 1942); en Estados Unidos *Peperomia* (Kidney, 1979), *Phaseolus*, *Ipomoea* (Harter & Whitney, 1927), *Citrus*, *Hordeum* (Middleton, 1943), *Pisum* (Middleton, 1952), maíz (Hooker, 1952) y peral (Sprague, 1957); en Hawaii afectando *Cajanus*, *Canavalia*, *Helianthus*, *Ipomoea*, *Saccharum*, *Triticum*, *Vicia*, *Vigna*, *Ananas*, y *Phaseolus* (Klemmer & Nakano, 1964; Sideris & Paxton, 1931); en Malasia sobre *Piper* (Thomson & Johnston, 1953), *Anacardium*, *Celosia*, *Citrus*, *Elaeis*, *Hevea*, *Mangifera*, *Manihot*, *Persea*, *Pinus*, *Piper*, *Solanum*, *Theobroma*, *Vitis* y *Zingiber* (Liu, 1977); en Indonesia en *Corchorus* (Thung, 1950), tabaco y *Brassica* (Vermeulen & Batsman, 1977); en Australia en *Pelargonium* (Johnson, 1955), *Pisum* y *Pinus* (Teakle, 1960); en Nueva Zelanda en *Nerium*, *Aralia*, *Fatsia*, *Eucalyptus*, *Polygala* y *Luculia* (Robertson, 1973); en Nigeria en palmera y en suelo (Moreau & Moreau, 1958); en el Congo (Ravlise & Boccas, 1969); en Camboya, Laos y Vietnam desde pimienta-pepper (Barat, 1952); en Taiwan de suelo y raíces (Hsieh, 1978), en Puerto Rico de *Anthurium* (Liu, 1977); en Alemania de *Cattleya* (Kröber, 1977); en Italia de *Capsicum*-pimiento y *Cucumber* (pepino) (Ciccarone, 1953) y en Irlanda (Kouyeas, 1977).

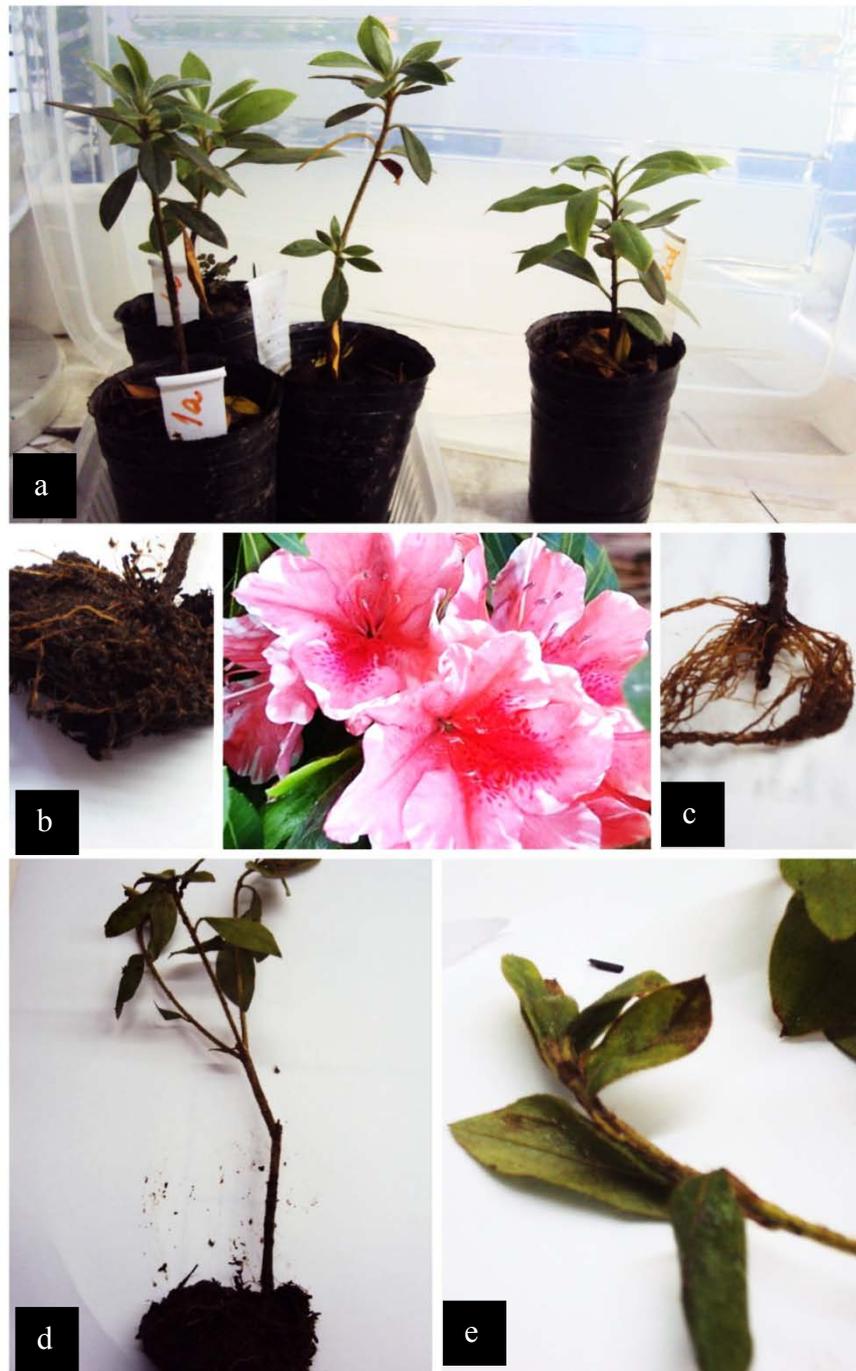
## 6. ANTECEDENTES EN ARGENTINA

No se hallaron citas previas de su presencia en el país, ni de otras especies de *Pythium* afectando *Rhododendron indicum*.

## 7. COMENTARIOS

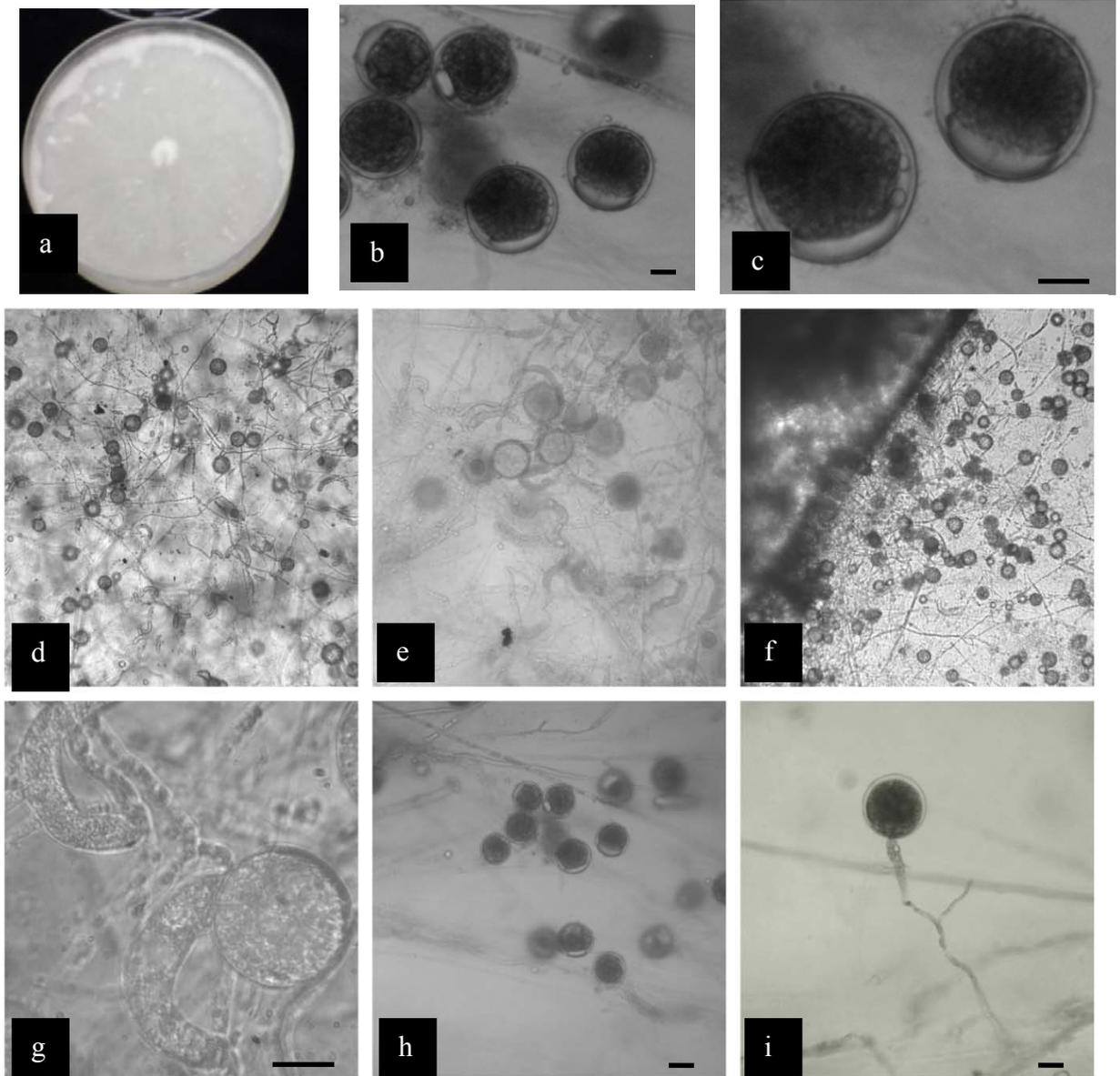
a) Braun (1925), citado por Van der Plaats- Niterink (1981), en su descripción original menciona: hinchamientos hifales globosos, lisos terminales 33-42  $\mu\text{m}$   $\widehat{\text{d}}\text{m}$ . con contenido oscuro, densamente granuloso; oogonios entre 25-38 ( $\bar{x}$ : 35)  $\mu\text{m}$  diám., temperaturas medias mín. 4 °C, ópt. 30 °C y máx. 37 °C, y un crecimiento de 27-30 mm/día en APD a 24°C y de 23-25 mm/día en agar extracto de malta (AEM). Idénticos valores son mencionados por Fu & Chen (2005). En tanto que van der Plaats-Niterink (1981) reporta crecimientos diarios en agar papa zanahoria (APZ), de 30-35 mm a 25 °C y Waterhouse & Waterston (1966) citan min. 4 °C, ópt. 30 °C y máx. 37 °C y un crecimiento en agar de 20 mm/día a 27-32 °C (medio de cultivo no especificado, citado por MycoBank, (<http://www.mycobank.org/>)). Los valores obtenidos en el presente estudio: temperaturas cardinales mín. 5 °C, ópt. 30-35 °C y máx. 37 °C y crecimiento promedio diario de 21 mm a 20 °C y de 41 mm a 30 y 35 °C, son consistentes con las temperaturas informadas por otros investigadores. Los valores mayores de crecimiento se deberían a características del medio de cultivo utilizado y de los aislamientos.

## *PYTHIUM SPLENDENS*



**Fig. 52: Pruebas de patogenicidad.** a) Plantas de azalea inoculadas con severa a moderada defoliación desde la parte basal del tallo. b, c) Detalle del sistema radicular con síntomas de podredumbre. d) Planta inoculada con detención del crecimiento, clorosis, defoliación y podredumbre radicular. e) Síntomas de necrosis y defoliación.

## *PYTHIUM SPLENDENS*



**Fig. 53:** *Pythium splendens*. a) Desarrollo de la colonia a los 6 días en APG a 20°C. b, c, d, f, h) Hinchamientos hifales o “esporangios” terminales vistos desde arriba con vacuola interna. i) “E esporangio” terminal. e) “E sporangios” y apresorios. g) Detalle de apresorios. Fotos b, c, g, i, BAR= 10 μm. Foto h, BAR= 20 μm.

## ***PYTHIUM* sp. nov. 1**

El aislamiento fue identificado como *Pythium* sp. nov.1, de acuerdo a los resultados de las pruebas moleculares.

### **1. ORIGEN DE LOS AISLAMIENTOS**

En el laboratorio del CIDEFI se recibieron muestras de agua que irrigaban una plantación de pimientos en la Provincia de Salta. La consulta se originó debido a la aparición de plantas, creciendo bajo invernáculo y al aire libre, con síntomas de marchitamiento por pudrición radicular. Se solicitó al laboratorio, que comprobara si el agua de riego que llegaba a las plantas de pimiento podía ser vehículo de *Phytophthora* sp.. Se enviaron tres muestras, recolectadas en tres lugares distanciados entre sí a lo largo de un recorrido que culminaba con el riego del cultivo de pimiento: muestra 1, recogida del trayecto desde la bomba a la pileta decantadora de agua (paso intermedio para liberar de impurezas al agua, antes de introducirla en las represas); muestras 2 y 3, de dos represas.

A partir de las muestras no se aisló *Phytophthora* sp. sino una especie de *Pythium*, la cual fue codificada como APS112. La toma de muestras y su procesamiento fueron detallados en Materiales y Métodos ítem 3.2.

Los cebos seleccionados no fueron efectivos.

A partir de la siembra de alícuotas, de las 3 muestras de agua se aislaron colonias de un Oomycete del género *Pythium*. La observación de todos los aislamientos confirmó que se trató de la misma especie.

Se estimuló la formación de estructuras vegetativas y reproductivas, que permitieran su identificación taxonómica (descrito en Materiales y Métodos ítems 4.3.3. a, c y e).

### **2. SINTOMATOLOGÍA**

**2.1. *Capsicum annun*** (Solanaceae): En la región salteña los principales cultivos de *Capsicum annun* (pimiento) se destinan a venta como primicia, preparación de pimentón, venta estacional y elaboración de conserva.

**2.2. Pruebas de patogenicidad:** Como el aislamiento de *Pythium* sp. nov. 1 fue obtenido desde el agua, se utilizaron técnicas específicas de inoculación:

a) Colocación de plantines de pimiento en el agua recibida: Se colocaron 10 plantines en un recipiente con el agua recibida y como testigo 10 plantines en un recipiente con agua de canilla.

Luego de 10 días de observación no se hallaron diferencias entre los plantines de ambos tratamientos. Se hicieron aislamientos y sólo se obtuvo un aislamiento de *Pythium* sp. de un plantín de la muestra 3.

b) Infestación del suelo: 1) plantines de 10 cm de altura y 2) plantas cercanas a floración, de 25 cm de altura, en ambos casos con y sin heridas, transplantadas a suelo infestado. El Oomycete se sembró en placas de sustrato (salvado-harina de maíz-perlita - agua, 1:1:1:1) esterilizado en autoclave (Fig. 54), se incubó durante 9 días, se trituró y mezcló con suelo (1:10; v: v). Las plantas se regaron y se mantuvieron en condición de saturación de agua por 48 hs. Se colocaron en invernáculo a 22  $\pm$ 2°C, con riego frecuente y se observaron diariamente hasta la aparición de los síntomas.

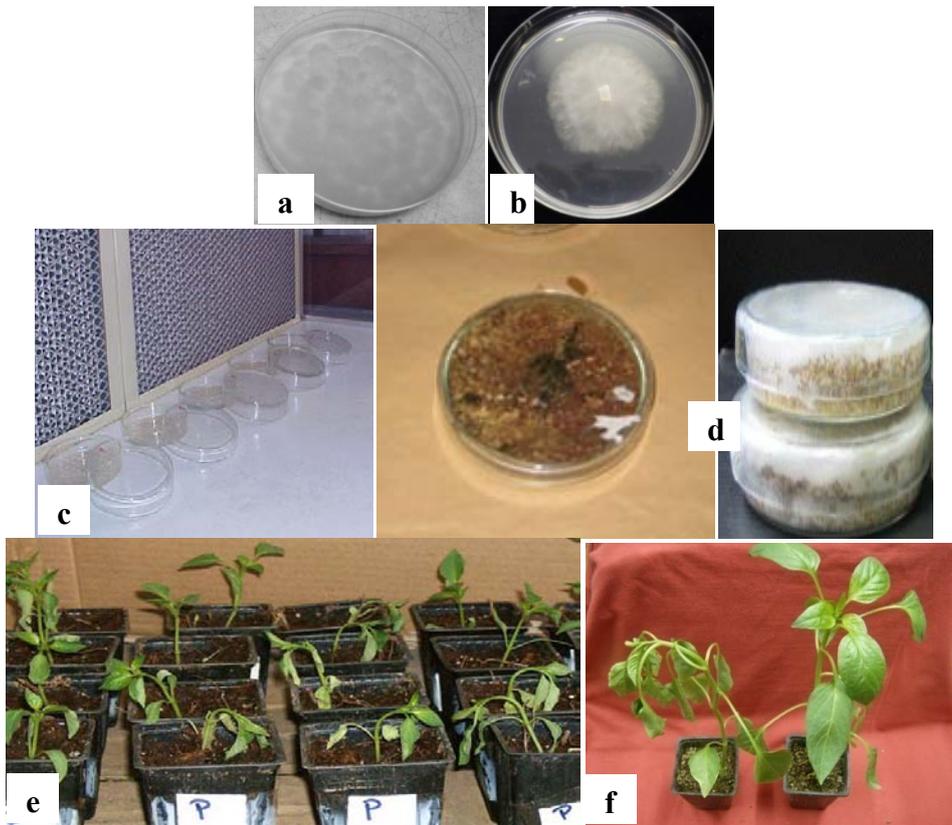
En las dos pruebas los resultados fueron positivos. Casi todos los plantines inoculados se enfermaron, manifestando marchitamiento a partir de los 4-5 días. En las plantas adultas, a los 8-10 días se produjo marchitamiento cuando se lesionaron las raíces y el cuello. Las raíces presentaron puntas necrosadas de las cuales se aisló *Pythium* sp. idéntico al inoculado (Fig. 54).

En la inoculación con agua de riego solo el 10% de los plantines manifestó síntomas y cuando se colocó sustrato con desarrollo del Oomycete el porcentaje aumentó al 60%.

### **3. CARACTERIZACIÓN CULTURAL Y MORFOLÓGICA**

**3.1. Caracterización de la colonia:** El aislamiento desarrolló micelio aéreo con patrón tipo roseta en APG y escaso crecimiento con patrón radial en AHM + PARB (Fig. 53). Las temperaturas cardinales fueron: mín. 5 °C, ópt. 25 °C, máx. 35 °C. La tasa de crecimiento diario en APG (20°C) fue 40 mm/día. El aislamiento APS112 se depositó en el *World Oomycete Genetic Resource* (P19662), y en las colecciones de las Cátedras de Fitopatología de la Universidades Nacionales de Buenos Aires y de la Plata.

***PYTHIUM* sp. nov. 1**



**Fig. 54: *Pythium* sp. nov. 1** a) Micelio aéreo con patrón tipo roseta con crecimiento de 3 días en APG. b) Escaso crecimiento con patrón radial en AHM + PARB con 5 días de desarrollo. c) Siembra de alícuotas de agua en medio de cultivo agarizado selectivo para Oomycetes. d) Placas de sustrato (salvado-harina de maíz-perlita-agua, 1:1:1:1) antes y después de 10 días de incubación, con desarrollo del inóculo, utilizadas para la infestación de suelo. e) Plantas de almácigo de 10 cm de altura, a los 5 días de inoculación. f) Plantas cercanas a floración, de 25 cm de altura a los 12 días de inoculación: izquierda inoculada, derecha testigo.

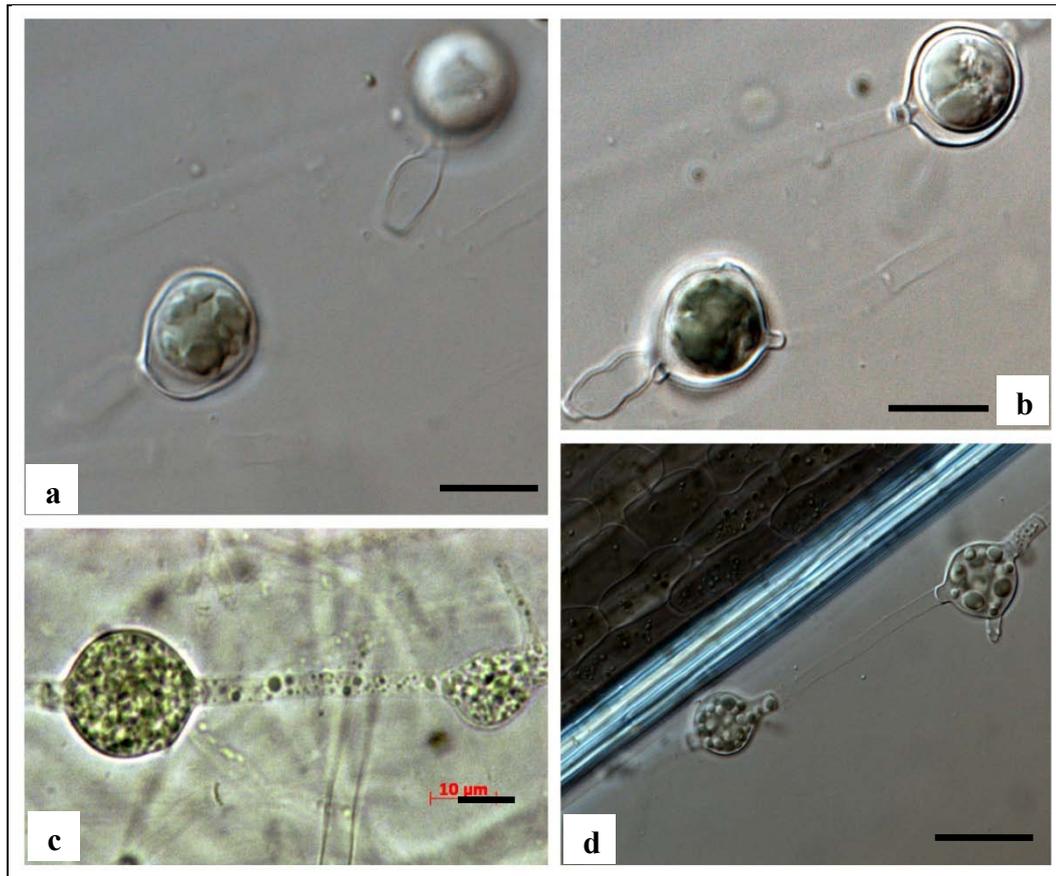
**3.2 Caracterización morfológica:** Esporangios esféricos, elipsoidales intercalares, 21-25  $\mu\text{m}$ . Oogonios mayormente intercalares, pocos terminales, 20-32  $\mu\text{m}$ , pared lisa, anteridios elongados a globosos, 20 x 10  $\mu\text{m}$ , extremos angostos en la inserción al oogonio, rama anteridial larga, predominantemente monoclinas, pocos diclinos; oospora aplerótica, pared lisa, 18-25 ( $\bar{x}$ : 21)  $\mu\text{m}$  diám. (Figs. 55-58).

#### 4. CARACTERIZACIÓN MOLECULAR

La secuencia de ITS (ITS4/ITS5) de *Pythium* sp. nov. 1 (APS112) fue comparada mediante BLAST con secuencias disponibles de la base de datos genéticos GenBank. No se obtuvo homología con ninguna de las secuencias correspondientes a especies reconocidas, hallándose un 99 % con el aislamiento *Pythium* sp. P15703 (GenBank GU259268) con una base de diferencia y con otras *Pythium* sp. nov como JF431916, HQ643818 y JF431914. Con JF431916 y JF431914, los cuales correspondieron a aislamientos nombrados como *P. aff. heterothallicum*, tuvo 3 bases de diferencia, y éstos a su vez 99% de homología con P15703 (Spies *et al.*, 2011b). Con HQ643818 presentó 3 bases de diferencia y no se halló descripción de este aislamiento (Robideau *et al.*, 2011). Debido a estos resultados se comparó con la secuencia de la especie tipo de *P. heterothallicum* (CBS450.67) con la que mostró un 96% de homología con 24 bases de diferencia. Los posteriores estudios morfológicos mostraron el carácter homotático del aislamiento APS112. La Fig. 59 muestra la ubicación filogenética de APS112 con respecto a estas secuencias.

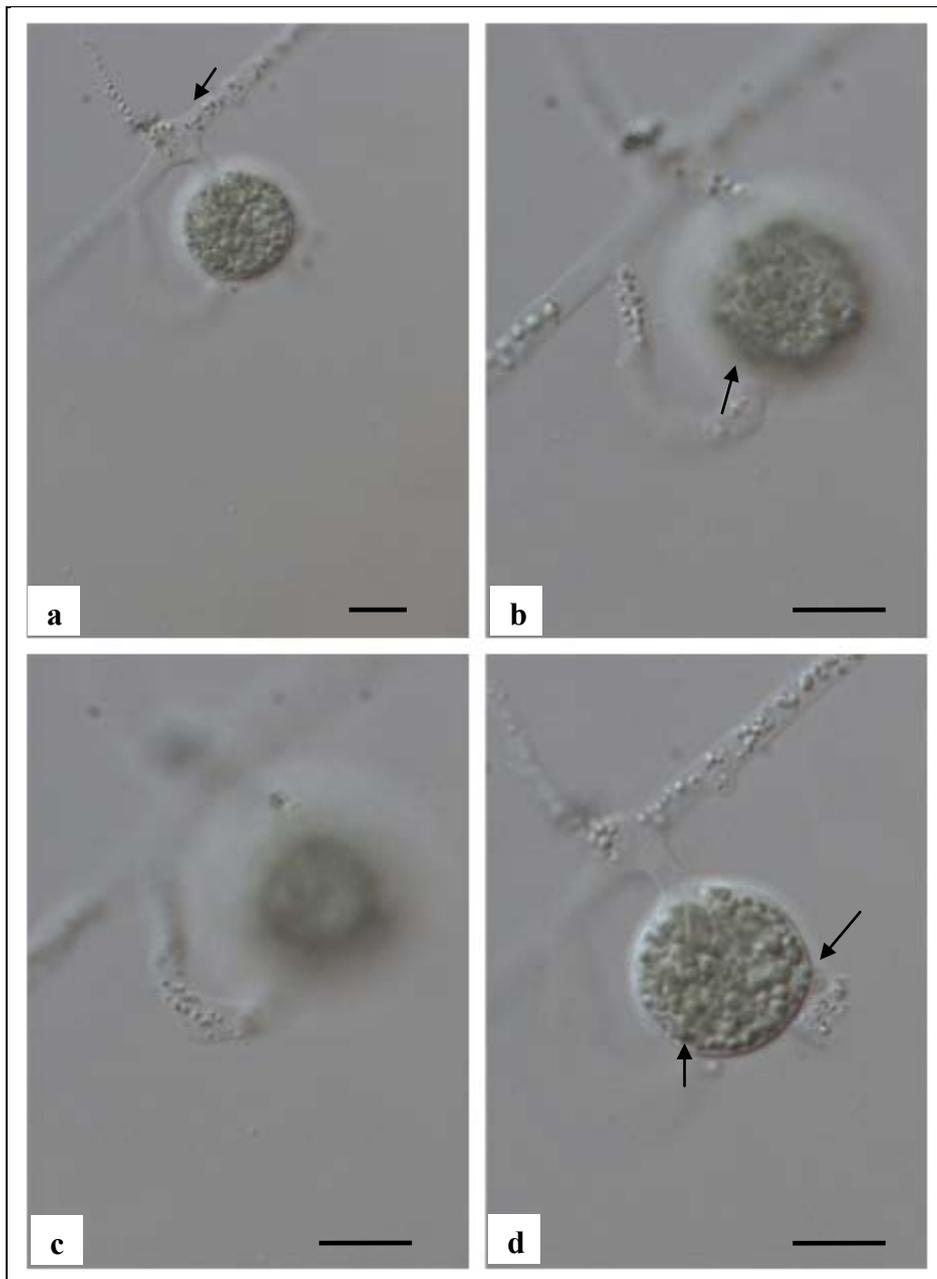
- ✓ Las características morfológicas y moleculares no coincidieron con las especies descritas hasta el momento, por lo que se identificó al aislamiento en estudio como *Pythium* sp. nov. 1, agente causal de una *Podredumbre radicular de plantas de pimiento*. Se describe por primera vez esta especie, proponiéndose el nombre de *Pythium saltensis* sp. nov. (Inéd.).

*PYTHIUM* sp. nov. 1



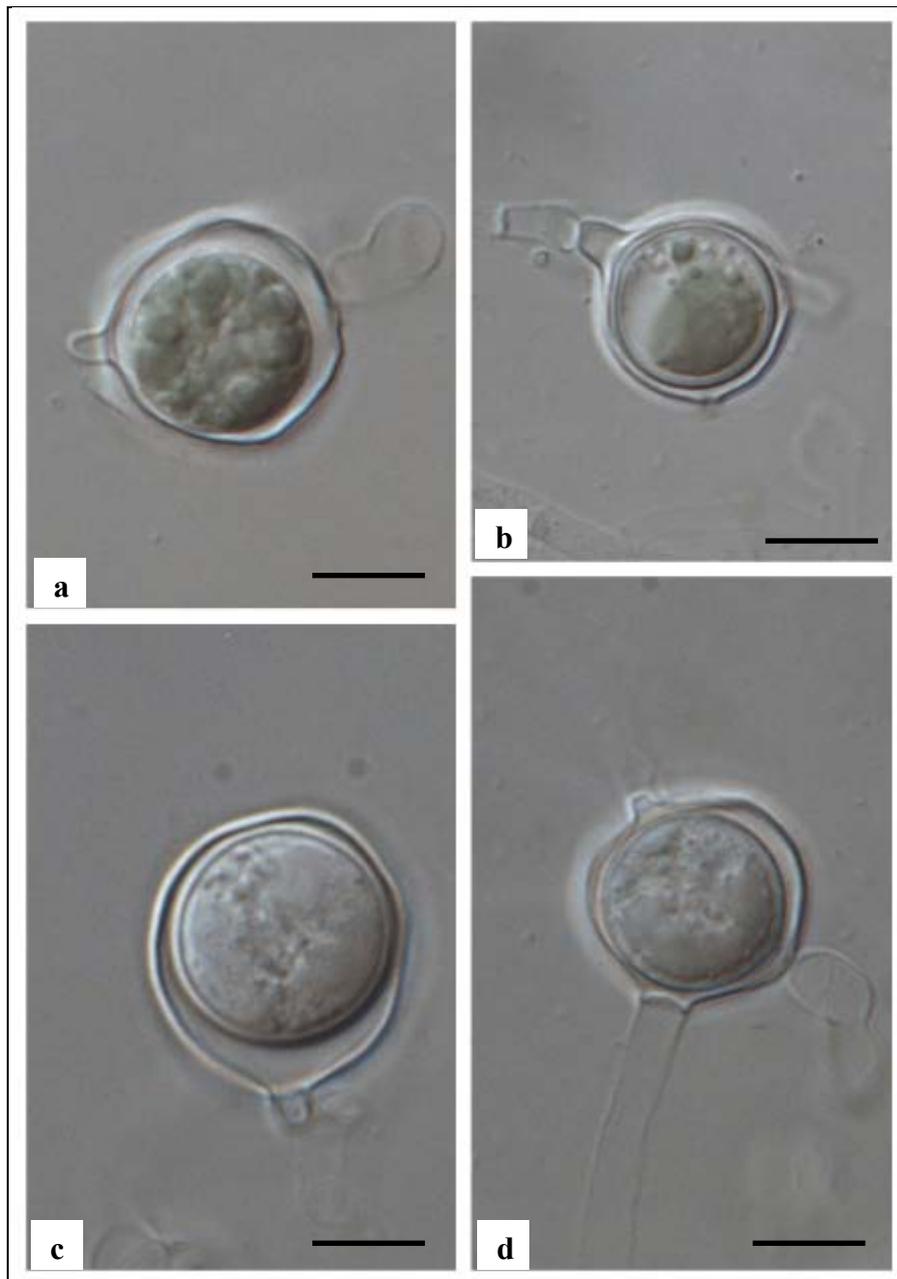
**Fig. 55:** *Pythium* sp. nov. 1. a, b) Oogonios intercalares con anteridios cilíndricos. BAR= 20  $\mu$ m. c, d) Esporangios esféricos intercalares. BAR= 10  $\mu$ m (c) 40  $\mu$ m (d).

*PYTHIUM* sp. nov. 1



**Fig. 56:** *Pythium* sp. nov. 1. a-d) Secuencia de imágenes donde se observa el oogonio rodeado por dos anteridios procedentes de rama anteridial monoclina. BAR= 20  $\mu$ m.

*PYTHIUM* sp. nov. 1

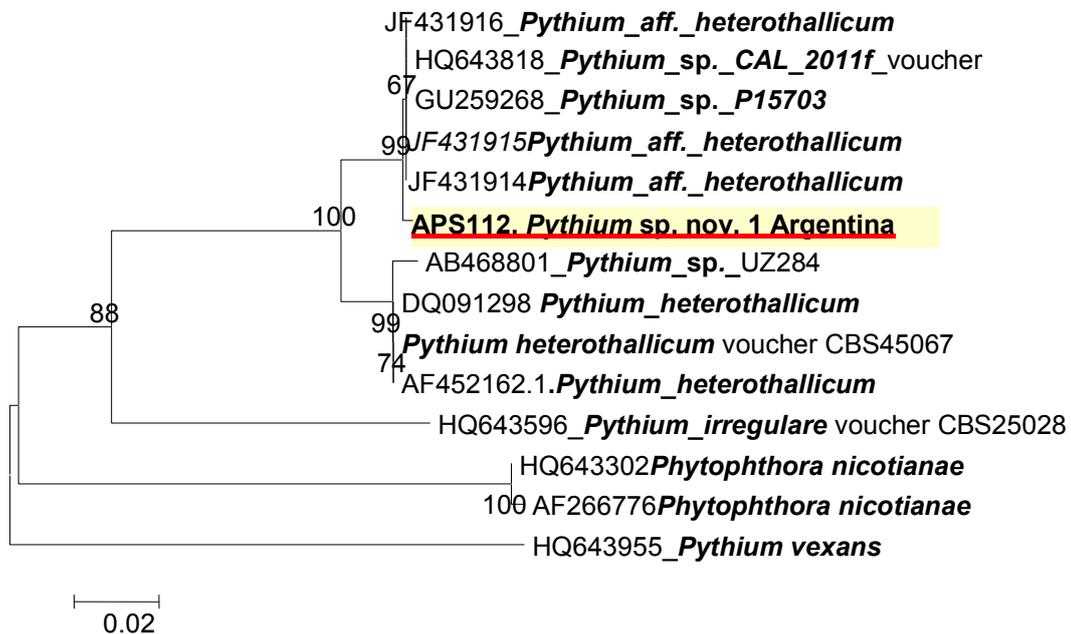


**Fig. 57:** *Pythium* sp. nov. 1. a-c) Ooporas appleróticas. d) Oogonio intercalar con anteridio diclino. BAR= 20 μm.

*PYTHIUM* sp. nov. 1



**Fig. 58:** *Pythium* sp. nov. 1. a) Vista lateral de oogonio con anteridio monoclino b) Vista frontal de oogonio con anteridio alargado, con engrosamiento en su parte media y extremos más delgados, donde se observa el tubo de fertilización ingresando en el oogonio. c) Oogonio intercalar con anteridio. BAR= 20  $\mu$ m.



**Fig. 59:** Árbol filogenético de *Pythium* sp. nov. Puede observarse su ubicación cercana a *Pythium heterothallicum*, *P. aff. heterothallicum* y del aislamiento P15703 de *Pythium* sp. obtenido en España.

Finalmente debemos considerar que las 3 muestras de agua de riego contenían *Pythium* sp. Esta especie de *Pythium* es capaz de infectar plantas de pimiento en diferente estado de crecimiento. La presencia de esta misma especie (por características culturales iguales) en otro análisis de agua recogida con más de un mes de anticipación y los distintos puntos de recolección de las tres muestras actuales indicaría la permanencia del patógeno en el agua de riego y descarta la posibilidad de una contaminación circunstancial. Aunque la densidad en el agua fue baja, el patógeno pudo quedar en el suelo, en raíces de pimiento, o en malezas e incluso en el mismo suelo, acumularse y con condiciones favorables provocar la infección

## ***PYTHIUM* sp. nov. 2**

El aislamiento fue identificado como *Pythium* sp. nov. 2, de acuerdo a los resultados de las pruebas moleculares.

### **1. ORIGEN DE LOS AISLAMIENTOS**

El aislamiento AZY119 fue obtenido a partir de plantas de *Schlumbergera truncata* (Haw) Moran provenientes de un cultivo de La Plata-Abasto.

### **2. SINTOMATOLOGÍA**

**2.1. *Schlumbergera truncata* (Cactaceae)** es una especie endémica de Brasil, cultivada mundialmente como ornamental en maceta. Se comercializa por su vistosa floración y la forma de sus cladodios. En 2009, plantas jóvenes procedentes de las cercanías de La Plata, con dos o tres gajos enraizados por maceta, evidenciaron marchitamiento de algunas ramas o pencas a nivel del suelo, pérdida de color y podredumbre húmeda en los cladodios basales y raíces.

**2.2. Pruebas de patogenicidad:** Se inocularon cladodios de zygocactus mediante depósito de agar con inóculo en heridas. Los cladodios testigo recibieron igual tratamiento, utilizándose sólo agar (técnica descrita en Materiales y Métodos ítem 5.1). Luego de tres días alrededor de las lesiones desarrolló un mancha oscura que avanzó hacia la pudrición y desprendimiento del cladodio. Los testigos solo desarrollaron una línea necrótica alrededor de la lesión (Fig. 60).

### **3. CARACTERIZACIÓN CULTURAL Y MORFOLÓGICA**

**3.1. Caracterización de la colonia:** El aislamiento desarrolló abundante micelio aéreo en APG y escaso con leve patrón radial en AHM + PARB (Fig.59). Las temperaturas cardinales fueron: mín. algo <1 °C, ópt. 28-35 °C, máx. >35 °C. La tasa de crecimiento diario en APG (28°C y 35°C) fue 40 mm/día. El aislamiento AZY119 se depositó en el *World Oomycete Genetic Resource* (P19664), y se encuentra en las colecciones de la Cátedra de Fitopatología-UBA y del CIDEFI, a efectos de continuar su caracterización.

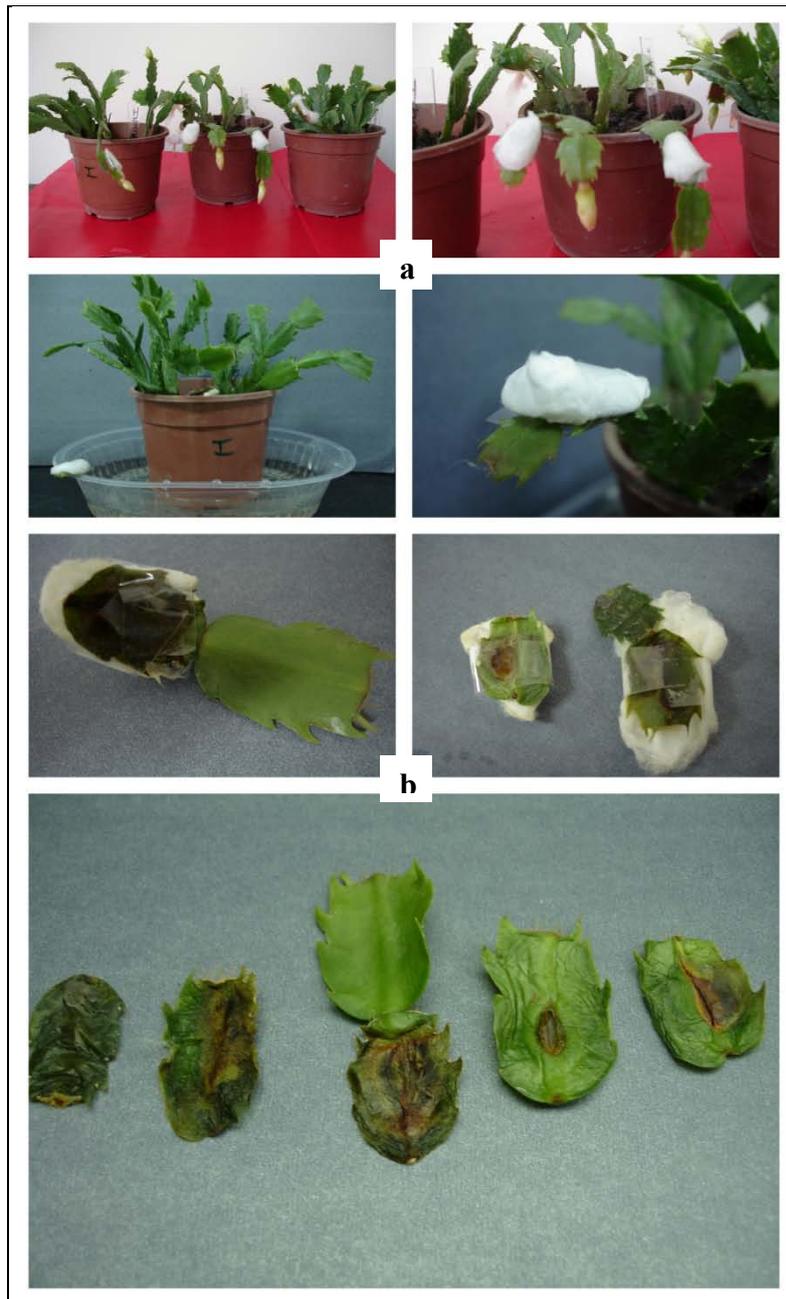
**3. 2. Caracterización morfológica:** Micelio cenocítico con presencia de apresorios falcados. En los diferentes medios de cultivo y en cultivo de *Agrostis* sp. en agua, sólo desarrollaron esporangios principalmente esféricos terminales, algunos intercalares, 19-25 ( $\bar{x}$ : 20,5)  $\mu\text{m}$  diám. Se observó germinación directa de algunos de los esporangios (Figs. 61-65).

#### 4. CARACTERIZACIÓN MOLECULAR

La secuencia ITS (ITS4/ITS5) de *Pythium* sp. 2 (AZY119) fue comparada mediante BLAST con secuencias de ITS disponibles de la base de datos genéticos GenBank (HQ643476; HQ643477; HQ643473; HQ643474; HQ643576, AY833605; AY833606, entre otras) No se obtuvo homología total con ninguna de las secuencias correspondientes a especies reconocidas. Se halló 97-98% con *P. attrantheridium* con 15-17 bases de diferencia. Deberá continuarse con la caracterización morfológica y molecular de esta especie con otros marcadores. Hasta tanto se hará referencia a ella como *P. aff. attrantheridium* por su afinidad molecular con esta especie.

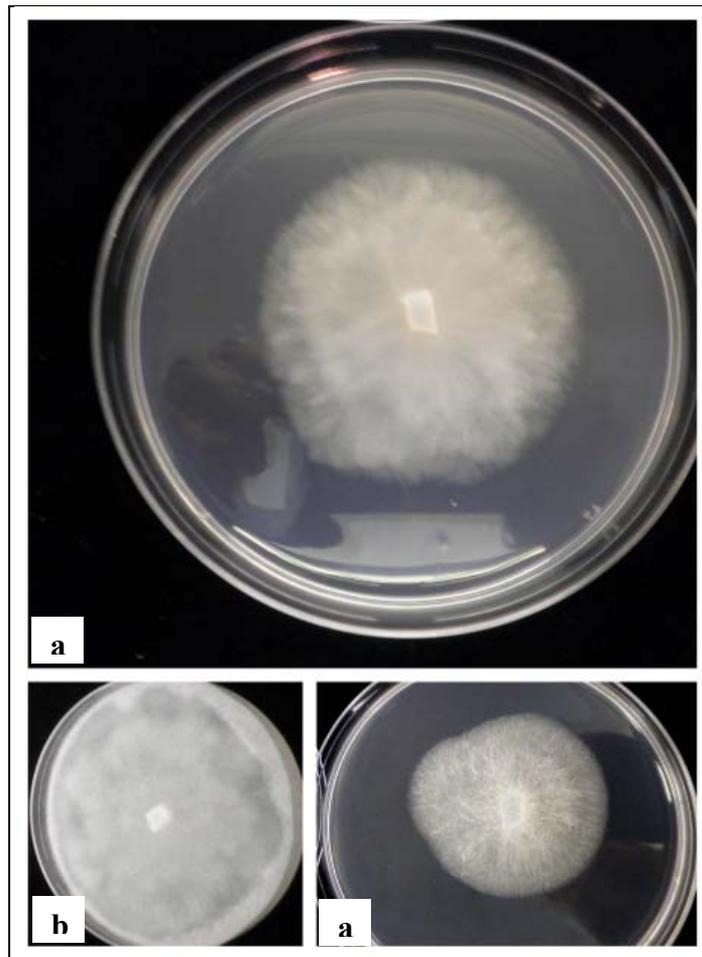
- ✓ Las características morfológicas y moleculares no presentaron alta homología con las especies descritas hasta el momento. El aislamiento, agente causal de una *Podredumbre radicular* de plantas de *zygocactus*, AZY119 fue identificado como una especie nueva. Se reportan por primera vez la especie y la enfermedad en el país.

*PYTHIUM* sp. nov. 2



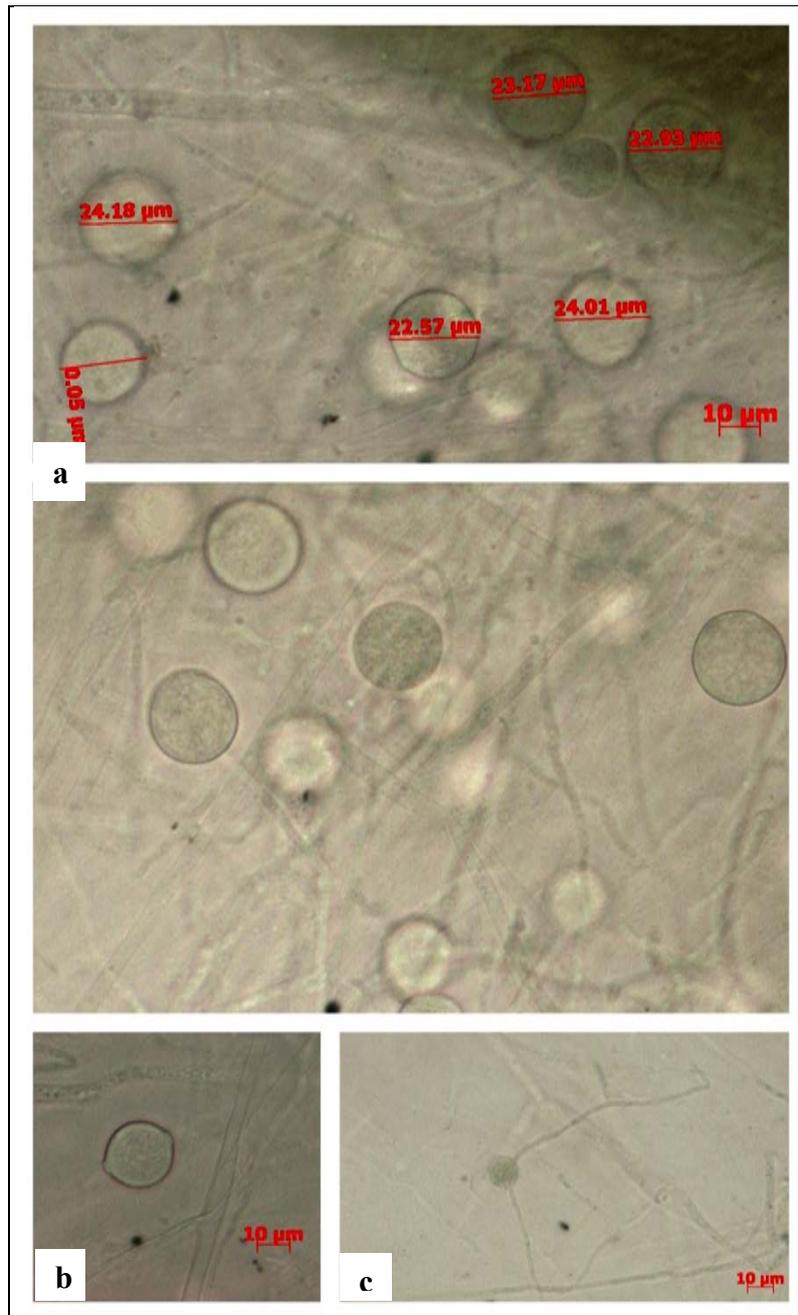
**Fig. 60:** *Pythium* sp. nov. 2. Inoculación en cladodios a) Colocación de agar con desarrollo del Oomycete en contacto con pequeñas heridas hechas con bisturí, cubiertas con algodón humedecido y adherido con cinta engomada. b) Diferentes estadios de las lesiones formadas a partir de los 3 días de la inoculación.

*PYTHIUM* sp. nov. 2



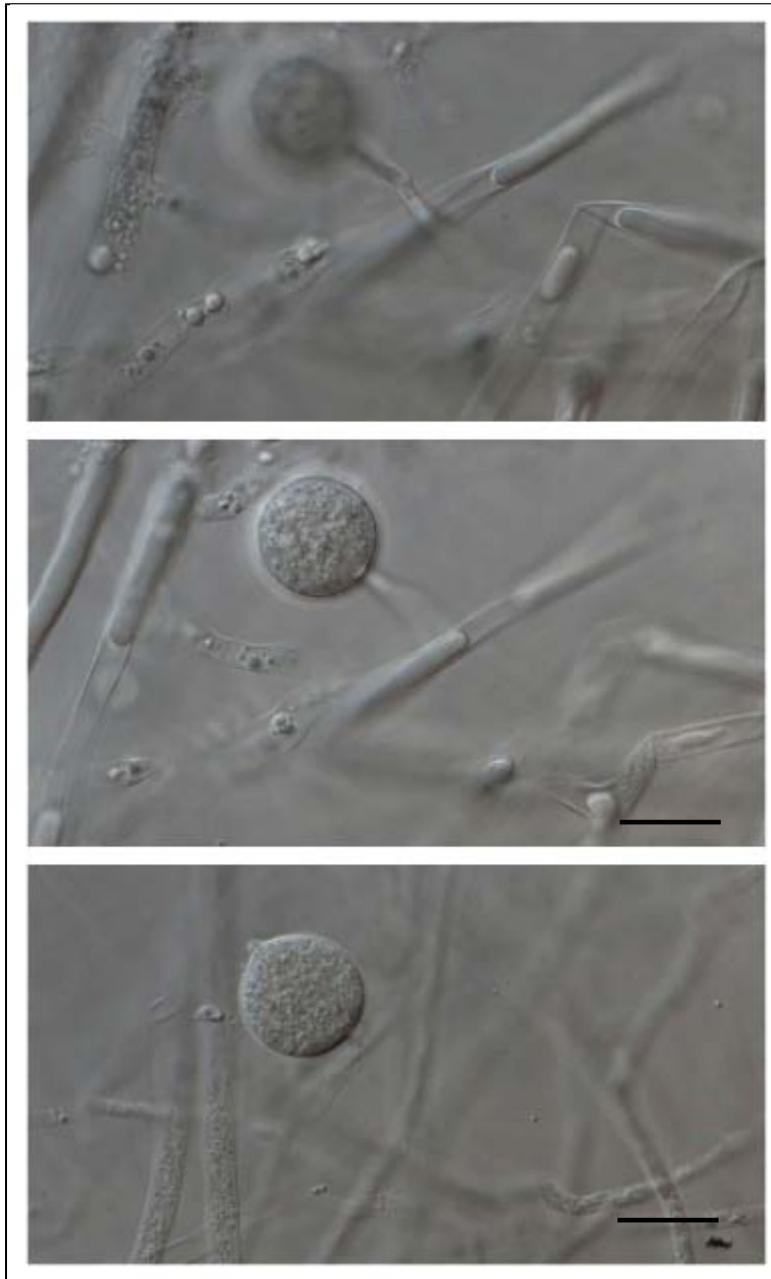
**Fig. 61:** *Pythium* sp. nov. 2. a) Colonia de 3 días de desarrollo en AHM +PARB. b) Colonia de 4 días en APG a 20°C.

*PYTHIUM* sp. nov. 2



**Fig. 62: *Pythium* sp. nov. 2** a) Esporangios esféricos terminales. b) Esporangio esférico intercalar. c) Esporangio con germinación directa.

*PYTHIUM* sp. nov. 2



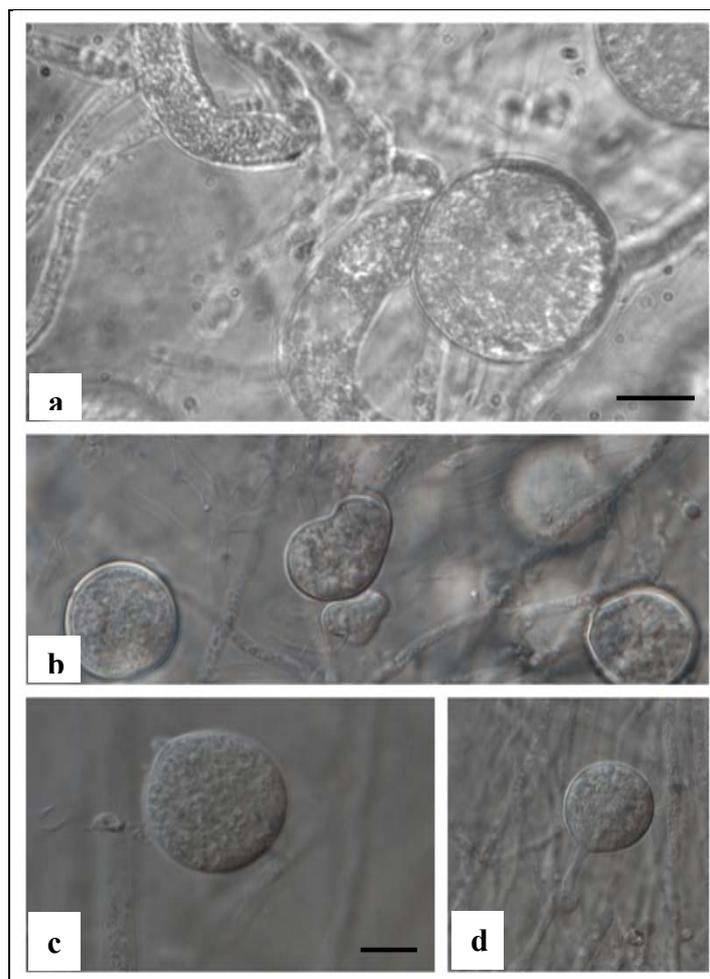
**Fig. 63:** *Pythium* sp. nov. 2. Detalle de esporangio terminal.  
BAR= 20  $\mu$ m.

*PYTHIUM* sp. nov. 2



**Fig. 64:** *Pythium* sp. nov. 2. Formación de apresorios. BAR= 20  $\mu$ m.

***PYTHIUM* sp. nov. 2**



**Fig. 65: *Pythium* sp. nov. 2** a) Apresorio falcado. b) Esporangio atípico irregular. c, d) Esporangio germinando. BAR= 10  $\mu$ m.

## 5. COMENTARIOS

Para ampliar los conocimientos sobre estas nuevas especies y continuar con su caracterización se deberán: a) buscar más aislamientos, de ser posible, de áreas geográficamente diversas y caracterizarlos morfológicamente para observar la variación intraespecífica en estas características, b) realizar estudios moleculares y de secuenciación utilizando otros genes o regiones: gen codificante de la subunidad beta de la tubulina y el gen codificante de la citocromo c oxidasa isoforma 1 e isoforma 2, para resolver cualquier ambigüedad, c) Para *Pythium* sp. nov. 1, efectuar estudios complementarios de patogenicidad sobre distintos cultivares de pimiento y otros hospedantes.

**GÉNERO**  
***PHYTOPYTHIUM***

***PHYTOPYTHIUM CHAMAEHYPHON* (Sideris) Abad, de Cock,  
Bala, Robideau, Lodhi & Lévesque. (2014).**

Basionym. *Pythium chamaehyphon* Sideris (1932)

≡ *Ovatisporangium chamaehyphon* (Sideris) Uzuhashi, Tojo & Kakish (2010).

El aislamiento fue identificado como perteneciente al género *Phytopythium* Abad, de Cock, Bala, Robideau, Lodhi & Lévesque, de acuerdo con la descripción de Abad *et al.* (2010) y a la especie *Phy. chamaehyphon* (Sideris) Abad, de Cock, Bala, Robideau, Lodhi & Lévesque (de Cock *et al.*, 2015), confirmándose por pruebas moleculares. La especie *Pythium chamaehyphon* Sideris (1932) fue aislada originalmente por Sideris de *Carica papaya* en Hawai, en 1930. Puede causar *podredumbres radiculares* y *damping off* (van der Plaats-Niterink, 1981). Recientemente, fue renombrada por de Cock *et al.* (2015) como *Phytopythium chamaehyphon*. *Phy. sindhum* Lodhi, Shahzad & Lévesque, es la especie considerada como tipo (Bala *et al.*, 2010), MycoBank MB517068. La aparición del nuevo género *Phytopythium* (Abad *et al.*, 2010) fue apoyada molecularmente por estudios previos efectuados en *P. vexans*, que señalaron las diferencias entre los miembros del agrupamiento K y otras especies de *Pythium* y *Phytophthora* (Briard *et al.*, 1995; Cooke *et al.*, 2000; Bedart *et al.*, 2006, Villa *et al.* 2006).

## **1. ORIGEN DE LOS AISLAMIENTOS**

El aislamiento AAZ126 fue obtenido de plantas *Rhododendron indicum* (azalea) procedentes de establecimientos de producción de la localidad de San Isidro (Partido de San Isidro, zona Norte Buenos Aires).

## **2. SINTOMATOLOGÍA**

**2.1. *Rhododendron indicum* (Ericaceae):** La azalea es un cultivo de importancia económica que se comercializa como planta en maceta y como arbusto para ornamentación de parques y jardines. Proviene de Japón, Corea del Sur, China y Taiwan.

Durante los relevamientos de enfermedades en el año 2010, se observaron plantas de azalea (*R. indicum*) de primer repique, con menor crecimiento y defoliación. Al descalzarlas evidenciaron un menor desarrollo del sistema radicular ocasionado por podredumbre de raicillas.

**2.2. Pruebas de patogenicidad:** Se inocularon plantines mediante la colocación del agar con inóculo en contacto con las raíces, según la técnica descrita en el ítem 5.2 de Materiales y Métodos. Los síntomas se iniciaron a partir de los 5 días, observándose una moderada defoliación de las hojas basales e intermedias, lo cual fue coincidente con extremos necrosados de raíces de las cuales se aisló un microorganismo idéntico al inicial. Las plantas testigo no presentaron síntomas (Fig. 66).

### **3. CARACTERIZACIÓN CULTURAL Y MORFOLÓGICA**

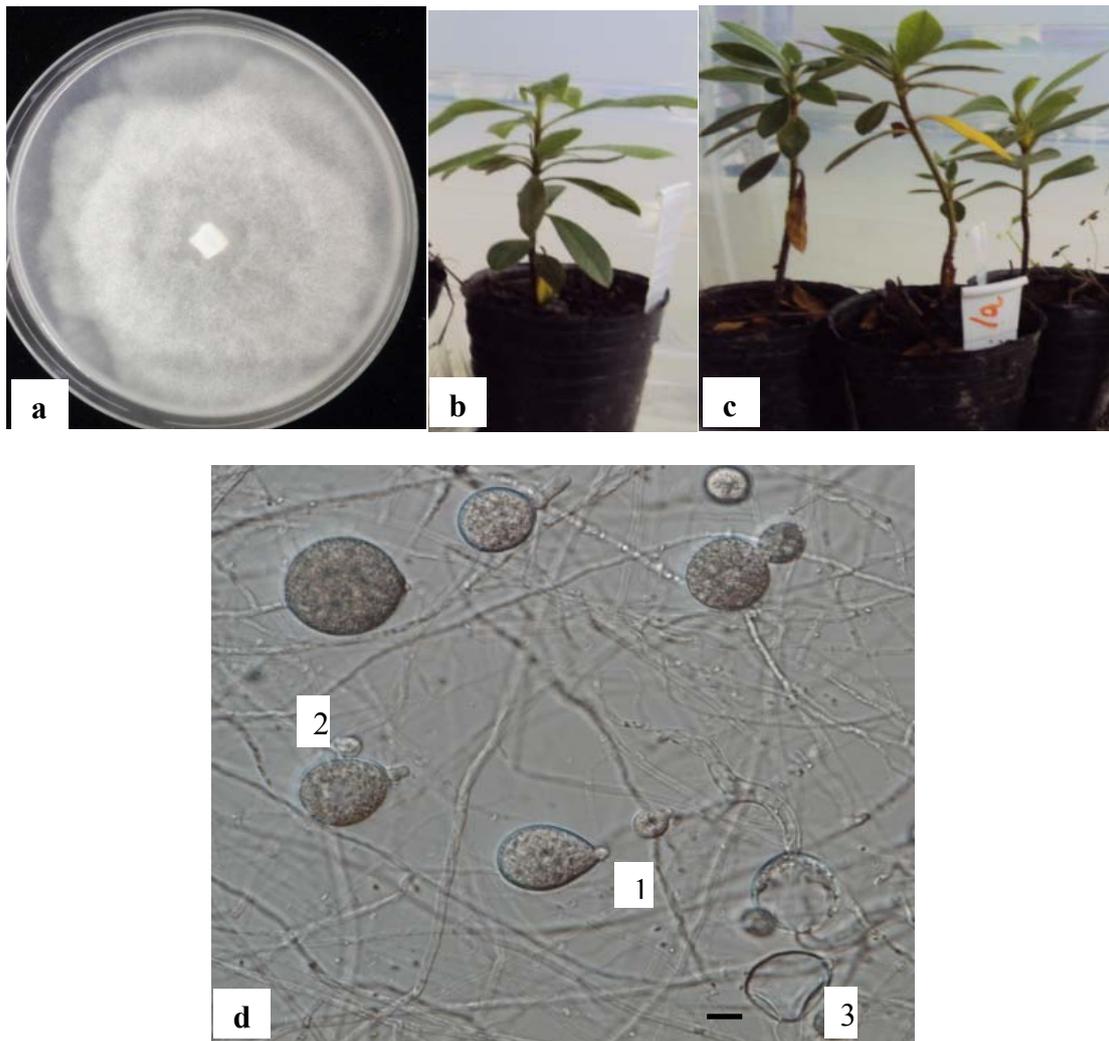
#### **3.1. Caracterización de la colonia**

A los 7 días de la siembra el aislamiento desarrolló micelio algodonoso en AHM y tipo petaloide en APG (Fig. 66). Las temperaturas cardinales de crecimiento fueron: mín. 5 °C, ópt. 30°C y máx. 35°C. El crecimiento promedio en APG a 25 °C fue de 23 mm. El aislamiento AAZ126 fue depositado en la *World Oomycete Genetic Resource Collection* (WOC) con el número P19666.

#### **3.2. Caracterización morfológica**

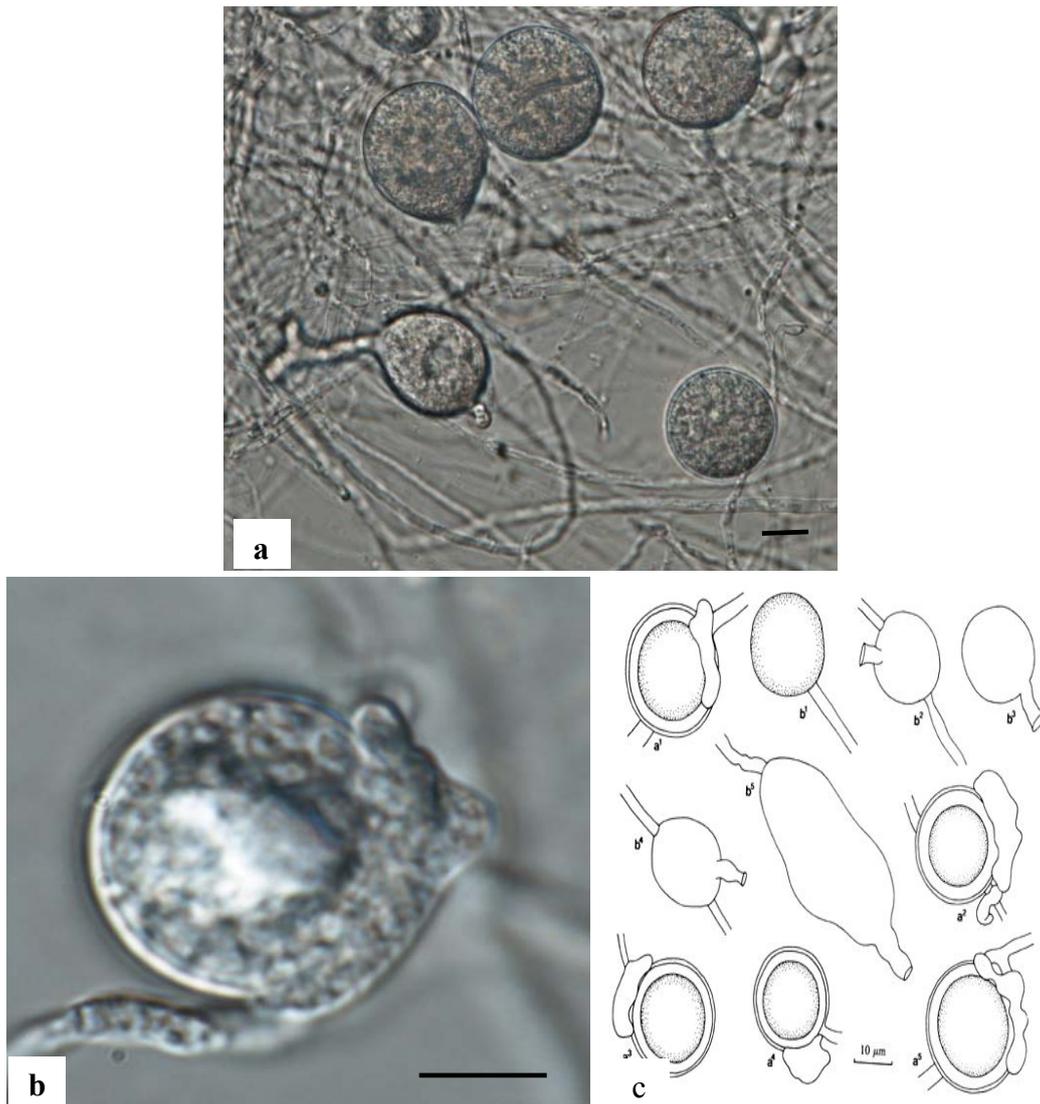
Formó abundante micelio cenocítico, hialino con presencia de abundantes esporangios, predominantemente terminales, globosos a subglobosos, algunos ovoides (18-) 21-30 (-25)  $\mu\text{m}$ , con vesículas y tubos de descarga (Figs. 66-69). Se observaron oogonios globosos, lisos, terminales e intercalares y laterales sobre corto pie (21-) 23-27 (-28) ( $\bar{x}$ : 25)  $\mu\text{m}$  diám. y anteridios alargados en estrecho contacto con el oogonio (lateralmente apoyado sobre el oogonio, cercano al pie oogonial), mayormente monoclinos (1-2), oosporas mayormente apleróticas (19-) 20-26 (-27) ( $\bar{x}$ :24)  $\mu\text{m}$  diám. (Figs. 67 y 69).

## *PHYTOPYTHIUM CHAMAEHYPHON*



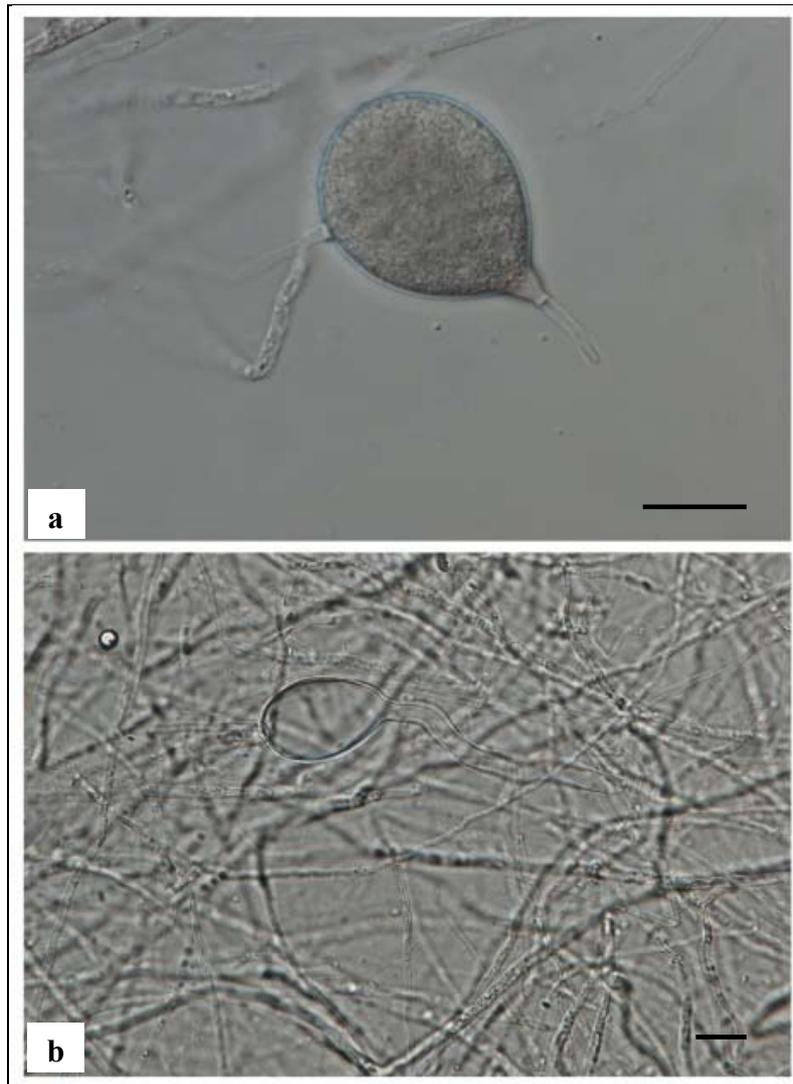
**Fig. 66:** *Phytophthium chamaehyphon*: a) Micelio algodonoso tipo petaloide en APG. b) Plantín testigo sin inocular. c) Plantines de *Rhododendrom indicum* con síntomas de clorosis y defoliación de hojas basales. d) 1. Esporangios con papila. 2. Inicio de formación del tubo de descarga. 3. Esporangio vacío. BAR= 10  $\mu$ m.

## *PHYTOPYTHIUM CHAMAEHYPHON*



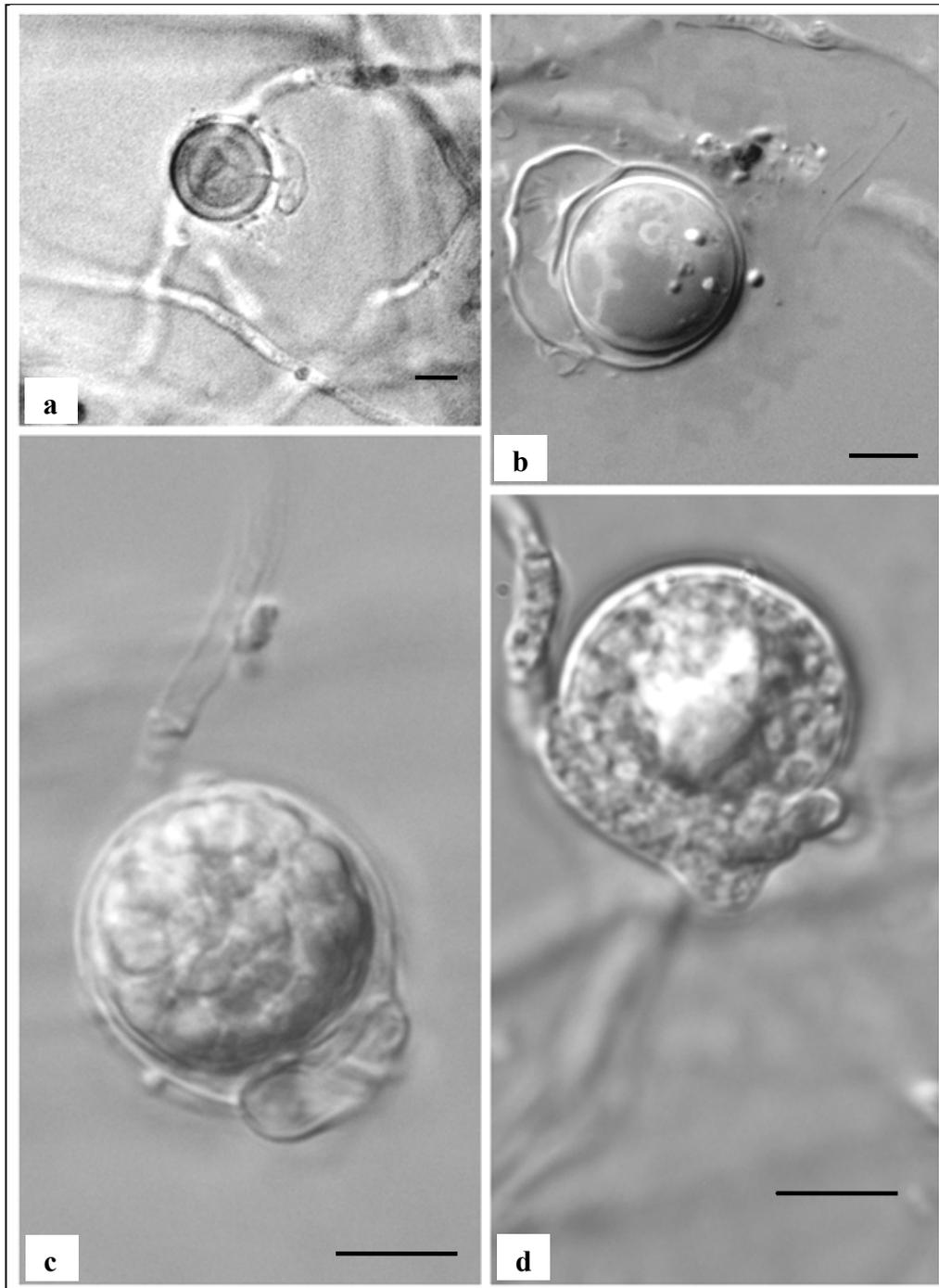
**Fig. 67:** *Phytopythium chamaehyphon*: a) Esporangios terminales globosos y subglobosos. A la izquierda esporangio con una papila apical y un tubo de descarga basal bifurcado. b) Oogonio con anteridio alargado, apoyado lateralmente, en estrecho contacto con el oogonio, ubicado cercano al pie oogonial. c) Características de *Pythium chamaehyphon* según van der Plaats-Niterink (1981), a<sup>1-5</sup> oogonio y anteridio; b<sup>1-5</sup> esporangio con tubo de descarga. BAR= 10 µm.

***PHYTOPYTHIUM CHAMAEHYPHON***



**Fig. 68:** *Phytopythium chamaehyphon*: Esporangio con papila de la que sale el tubo de descarga: a) Estadío inicial, b) Esporangio vacío con tubo de descarga. BAR= 10  $\mu$ m.

*PHYTOPYTHIUM CHAMAEHYPHON*



**Fig. 69:** *Phytophthora chamaehyphon*: a) Oospora con restos de anteridio adherido. b-d) Oogonio globoso, liso, terminal y anteridio alargado, lateralmente apoyado, en estrecho contacto. BAR= 10  $\mu$ m.

#### 4. CARACTERIZACIÓN MOLECULAR

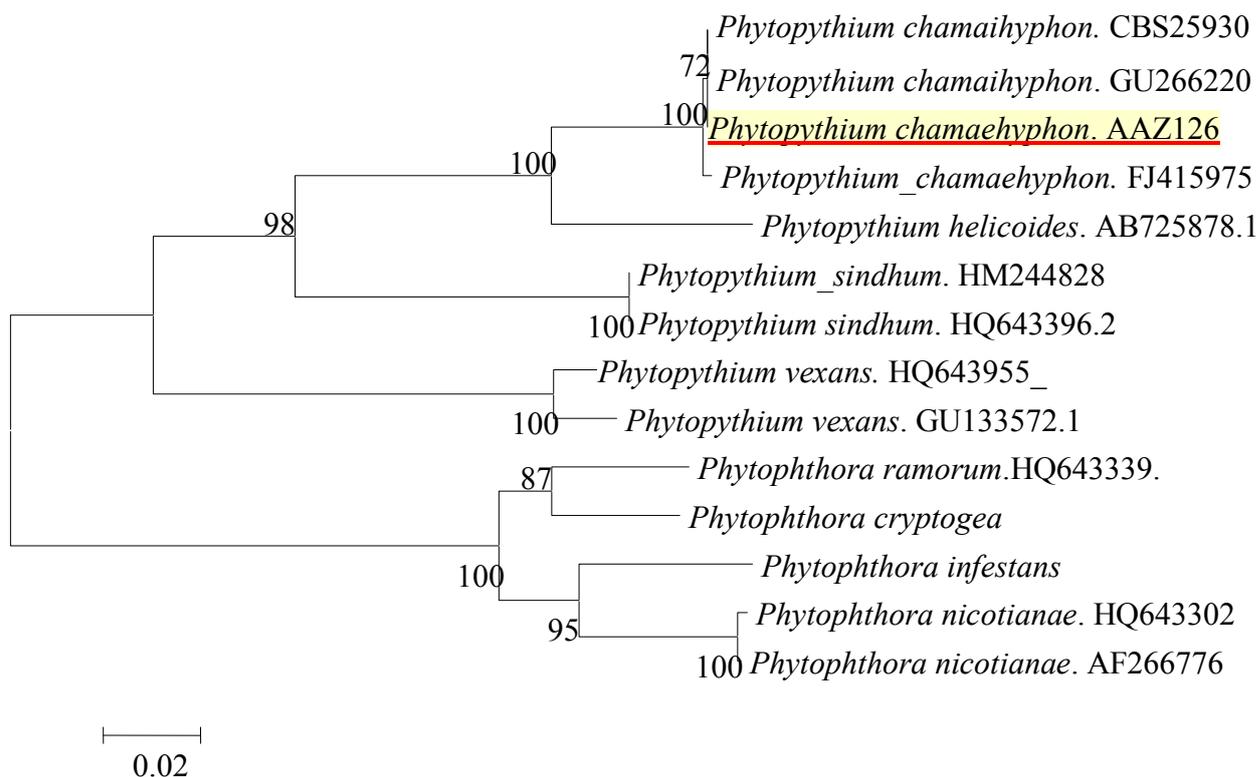
El rADN del micelio de los aislamientos fue extraído de cultivos puros con 7-10 días de crecimiento utilizando un kit comercial (Lyse-n-Gotm). La región ITS rADN fue amplificada (ITS5/ITS4), secuenciada y alineada usando el servidor BLAST- NCBI, para verificar su % de homología con las secuencias tipo u holotipo disponibles. En GenBank se encontraron pocas secuencias de *P. chamaehyphon* para comparar, de las cuales la 25930, corresponde al ex tipo de *P. chamaehyphon* utilizado por Lévesque & de Cock (2004), para definir los diferentes clados, entre ellos el clado K, dentro del cual se encuentra comprendida esta especie. La región ITS presentó un 99 % de homología con la especie *Phy. chamaehyphon* (GenBank HQ643379; GU266220; FJ415975; AY598666) ex *Pythium chamaehyphon* clade K.

Como resultado de la comparación de la secuencia de AAZ126 con las secuencias mencionadas y con las de otras especies de *Phytopythium* y de *Phytophthora* se construyó un árbol filogenético (programa MEGA 5.0- método de Neighbor-joining con 1000 repeticiones de bootstrap) (Fig.70).

- ✓ La utilización integrada de técnicas moleculares, el análisis morfológico y el resultado positivo de las Pruebas de Patogenicidad, permitieron identificar a *Phytopythium chamaehyphon* (= *Pythium chamaehyphon*) afectando azaleas en los alrededores de Buenos Aires, manifestando leve patogenicidad. Se cita por primera vez en el país al género *Phytopythium* (Palmucci *et al.*, 2011a) y se describe a la especie *Phy. chamaehyphon* (Palmucci & Grijalba, 2013).

#### 5. RANGO DE HOSPEDANTES Y DISTRIBUCIÓN MUNDIAL

*Phytopythium chamaehyphon* fue aislada por primera vez en el año 1932, de plantas de *Carica papaya* (papaya) en Hawai (Sideris, 1932). Años después fue citada por Jung *et al.* (1996) en Alemania, Suecia, Hungría, Italia y Eslovenia, durante sus relevamientos sobre el declinamiento de *Cedrus* sp. (cedro). En el año 2000, fue aislada de *Anacardium exelsum* (mijao) en Jamaica (Davidson *et al.*, 2000) y posteriormente, de la rizósfera de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar), *Mangifera indica* (mango) y *Psidium guayava* (guayaba) en la provincia de Sindh, Pakistán (Lodhi, 2007).



**Fig. 70:** Árbol filogenético donde se observa la posición del aislamiento AAZ126 junto con otros *Pythium chamaehyphon*.

## 6. ANTECEDENTES EN ARGENTINA

No se hallaron antecedentes de este género previos a la presente tesis. La evidencia molecular y filogenética aportada por de Cock *et al.* (2014), permitió incorporar a este género las especies de *Pythium* del clado K (Lévesque & de Cock, 2004), y proponer para éstas una nueva denominación. Entre las especies correspondientes a este agrupamiento citadas en Argentina, se encuentra *P. vexans* de Bary, la cual tendría como nueva denominación *Phytophthium vexans* (de Bary) Abad, de Cock, Bala, Robideau, Lodhi & Lévesque (ex. *P. vexans* de Bary). *Phy. vexans* fue citada afectando *Begonia* sp., *Begonia rex*, *Celosia cristata* (cresta de gallo), *Celosia plumosa* (celosía), *Citrullus lanatus* (sandía), *Dianthus chinensis* (clavel chino), *Piptadenia rigida* (anchico colorado) (Frezzi, 1956) y *Eucaliptus teritififormis* (eucalipto) (Frezzi, 1956; Merlo, 1981) (Tabla 1).

## 7. COMENTARIOS

La mayoría de las especies del género *Phytopythium* producen esporangios similares a los de las formas papiladas de *Phytophthora*, globosos, subglobosos, ovoides y se producen por proliferación interna, característica que nunca muestran estas formas papiladas. La combinación de la proliferación interna y la formación de papila son características de los esporangios de *Phytopythium* y de algunas especies de *Pythium*. Esta papila es diferente de la papila de los esporangios de *Phytophthora*, ya que en el género *Phytopythium*, los esporangios son inicialmente no papilados, y recién en la madurez la papila se desarrolla. Ésta no se manifiesta como un "engrosamiento apical hialino", como en *Phytophthora* (Blackwell, 1949), sino que se caracteriza porque puede crecer para formar un tubo de descarga más corto o más grande en el extremo del cual se forma una vesícula, dentro de la cual se diferencian las zoosporas, como en *Pythium*. En algunas especies, uno o más tubos de descarga, se forman no a partir de la papila sino más basales en el esporangio. En otras la papila crece y puede ramificarse. Además el género *Phytopythium* se caracteriza por la forma de los anteridios, que son elongados, cilíndricos, a veces con constricciones y el tubo de la fertilización se desarrolla principalmente en posición medial. Ocasionalmente se producen anteridios en forma de maza con inserción apical (Bala *et al.*, 2010; de Cock *et al.*, 2015).

**IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES  
DEL GÉNERO *PHYTOPHTHORA***

# **GÉNERO *PHYTOPHTHORA***

## **ESPECIES HETEROTÁLICAS**

### **A. ESPORANGIOS PAPILADOS**

*Ph. capsici*

*Ph. nicotianae*= *parasitica*

### **B. ESPORANGIOS NO PAPILADOS**

*Ph. cinnamomi*

*Ph. cryptogea*

*Ph. taxon kelmaniana*

## ESPECIES HETEROTÁLICAS

### A. ESPORANGIOS PAPILADOS

#### ***PHYTOPHTHORA CAPSICI* Leonian (1922)**

Syn: *Phytophthora hydrophila* Curzi (1927)

*Phytophthora parasita* var. *capsici* (Leonian) Sarejanni (1936)

*Phytophthora palmivora* MF4 Griffin (1977)

Los caracteres morfológicos observados en el aislamiento en estudio coinciden con los presentados por Erwin & Ribeiro (1996), Frezzi (1950), Stamps *et al.*, (1990) y Waterhouse (1963) para *Ph. capsici*.

Leonian (1922) describió por primera vez esta especie. El aislamiento fue obtenido en Nuevo México (USA), de cultivos de *Capsicum annuum* (pimiento) con síntomas de tizón en las ramas y podredumbre en frutos. Es una especie cosmopolita que puede ocasionar podredumbre de raíces, tallos, frutos en contacto con el suelo y tizón de hojas y ramas. Limita la producción de pimiento, cucurbitáceas (zapallo, calabaza, pepino, melón y sandía) y otras solanáceas (tomate, berenjena) en muchos países (Erwin & Riveiro, 1996; Hausbeck & Lamour, 2004; Tian & Babadoost, 2004; Hurtado-Gonzales *et al.*, 2008). *Ph. capsici* puede infectar todas las partes de la planta y su diseminación se efectúa a través del agua (Erwin & Ribeiro, 1996; Gevens *et al.*, 2007).

### 8. ORIGEN DE LOS AISLAMIENTOS

Fueron aislados: BPLP113-39 obtenido a partir de plantas de pimiento cultivado en sistema sin suelo, en contenedores con sustrato, de un cultivo bajo cubierta de la localidad de La Plata; APSP112-38 de plantas de pimiento, creciendo en suelo bajo invernáculo y BZAP120-45 de frutos de *Cucurbita moschata* (calabaza, Anquito)

provenientes de un cultivo ubicado en la localidad de San Pedro (NE de la Provincia de Buenos Aires). Los últimos dos aislamientos fueron obtenidos de muestras que ingresaron a través del Laboratorio de Sanidad Vegetal (LASAVE- FAUBA).

## 9. SINTOMATOLOGÍA

**2 1. *Capsicum annuum*** (Solanaceae): El género *Capsicum* es originario del continente americano y comprende 25 especies, siendo 5 las más cultivadas. *C. annuum* es la especie que se produce para consumo fresco. En Argentina se cultivan unas 10.000 ha (Galmarini, 2009), localizadas en las provincias de Salta, Corrientes y Buenos Aires, de las cuales el 80% se destina a pimiento para consumo fresco. Considerando los cultivos que se producen bajo cubierta en la zona de La Plata, el pimiento ocupa el cuarto lugar (Fernández Lozano, 2012).

A fines del invierno de 2005 en oportunidad de visitar un establecimiento de producción de pimiento, se observó que aproximadamente el 1% del cultivo estaba afectado. Las plantas crecían en contenedores conteniendo como sustrato perlita y tierra, con fertirrigación aplicada mediante riego por goteo y conducidas en el plano vertical mediante el uso del hilo de nylon a dos hileras paralelas por contenedor (Fig.71). Se observó menor crecimiento y formación de tejido suberoso oscuro en la base de las plantas, que avanzaba hasta rodear el tallo. Al descalzarlas el sistema radicular presentó menor desarrollo y raíces necrosadas (Fig. 72). Plantas enfermas con la misma sintomatología se recibieron en 2010 provenientes de la localidad de San Pedro, Provincia de Buenos Aires.

De los aislamientos obtenidos fue seleccionado el BPLP113-39 para realizar las pruebas de patogenicidad y los estudios moleculares.

**2.2. Pruebas de patogenicidad:** Todos los plantines de pimiento fueron inoculados mediante la aplicación de sustrato con desarrollo del Oomycete (método descrito en Materiales y Métodos, ítem 5.3a). Evidenciaron síntomas de marchitez luego de 7 días. Los testigos permanecieron sanos. Se corroboró que el aislamiento BPLP113-39 fue el agente causal de los síntomas hallados (Fig. 73).

**2.3. *Cucurbita moschata*** (Cucurbitaceae): El zapallo es originario de América, con 120 géneros, entre los cuales *Cucurbita* comprende unas 27 especies anuales o perennes. En Argentina para consumo de fruto maduro se cultivan 21.956 ha., principalmente en las provincias de Santiago del Estero, Mendoza, Formosa, Chaco, Buenos Aires, Santa Fe. Catamarca, Salta, Córdoba, Tucumán, Jujuy y Corrientes (Della Gaspera & Rodríguez, 2013). El fruto del zapallo es muy sensible al exceso de humedad del suelo. Desde hace algunos años el zapallo tradicional o criollo (*C. maxima*) ha sido desplazado de la preferencia del mercado consumidor por las variedades Anco o Anquito (*C. moschata*). Si bien tiene un alto requerimiento hídrico sobre todo en el período de engrosamiento del fruto, el exceso de agua favorece la aparición de enfermedades debidas a pseudohongos. En 2010 se recibieron frutos de zapallo Anco con marcada podredumbre y presencia de una eflorescencia blanca (signo de la enfermedad, consistente por micelio cenocítico) sobre las lesiones (Fig. 74). En el campo la podredumbre se presentó con manchas acuosas, en la región del fruto en contacto con el suelo o en su parte superior, a la cual el inóculo llegó transportado por salpicaduras del agua de lluvia o riego. Luego siguió avanzando y en muchos casos afectó a todo el fruto que al ser cortado, se presentó muy blando. Se hicieron los aislamientos de la zona de transición entre el tejido sano y enfermo, y el patógeno fue identificado como *Ph. capsici* de acuerdo a las descripciones de Erwin & Ribeiro (1996) y Frezzi (1950).

**2.4. Pruebas de patogenicidad:** La inoculación se efectuó aplicando trocitos de agar en contacto con pequeñas lesiones practicadas en frutos de zapallo Anquito, ubicadas en 4 puntos distanciados y opuestos (Materiales y Métodos, ítem 5.1). A los tres días se observaron manchas acuosas de 4 a 6 cm diám.

### **3. CARACTERIZACIÓN CULTURAL Y MORFOLÓGICA**

#### **3.1. Caracterización de la colonia**

En APG al 2% a 20 °C colonias blancas compactas, con abundantes hifas aéreas (Fig. 73). En AHM menos densa con escasas hifas aéreas. Temperaturas cardinales: mín. 10 °C, ópt. 28-30 °C, máx. >35 °C. Crecimiento promedio a 20 °C en APG: 20 mm /día.

### 3.2. Caracterización morfológica

Micelio cenocítico muy ramificado de tipo toruloso (Fig. 73). En APG y AHM, principalmente en cultivos nuevos; esporangios obovoides, elipsoidales, o globosos, hialinos, con papila prominente, 50 x 30 µm, caducos, pedicelo largo, algunos con una vacuola central; zosporangióforos simples o ramificados, gruesos, con un engrosamiento próximo a la base del zoosporangio. Formación de zoosporangios secundarios a partir de la zona de la papila. Sin clamidosporas ni estructuras sexuales. Especie predominantemente heterotálica. Por sus caracteres morfológicos se ubica en el grupo II de Waterhouse (1963) (Figs. 75 y 76).

## 4. CARACTERIZACIÓN MOLECULAR

El análisis de la secuencia de las regiones ITS4/ITS5 del aislamiento BPLP113-39 (procedente de pimiento), reveló una homología del 100% con la secuencia correspondiente a *Phytophthora capsici* DQ464056- CBS12823 cultivo tipo, y con numerosas secuencias homólogas del GenBank. En concordancia con la caracterización morfológica *Ph. capsici* se ubica filogenéticamente en el clado 2 (Blair *et al.*, 2008). Este agrupamiento incluye 21 especies de *Phytophthora*, todas ellas con esporangios papilados o semipapilados, siendo la mayoría (71%) homotáticas.

- ✓ Los resultados moleculares, las características culturales y morfobiométricas y las pruebas de patogenicidad, permiten identificar a *Ph. capsici* como el agente causal de *Podredumbre radicular* de *C. annuum* y de *Podredumbre de frutos* de *C. moschata*.

## 5. RANGO DE HOSPEDANTES Y DISTRIBUCIÓN MUNDIAL

Afecta diferentes familias botánicas, principalmente cultivos hortícolas de importancia económica. Erwin & Ribeiro (1996) presentan un listado de hospedantes, entre los cuales se encuentran, además de los citados: *Solanum lycopersicum* (tomate), *Citrullus lanatus* (sandía), *Cucumis sativus* (pepino), *Cucurbita maxima* (zapallo) (Kreutzer *et al.*, 1940); *Solanum melongena* var. *sculentum* (berenjena) (Curzi, 1927); *Persea americana* (palto) (Tompkins & Tucker, 1937); *Pisum sativum* (arveja) (Critopoulus, 1955); *Brassica oleracea* var. *botrytis* (coliflor) (Satour & Butler, 1967); entre otras. Frezzi (1950) menciona a *Phaseolus lunatus* (arveja). Además *Ph. capsici* se

encuentra citado afectando algunos hospedantes ornamentales como *Anturium andreanum* (anturio) (Aragaky & Uchida, 1980, citado por Erwin & Ribeiro, 1996); *Dianthus barbatus* (clavelina) (Leu & Kao, 1981 citado por Ho, 1990), *Philodendron scandens* subsp. *oxycardium* (filodendro) (Cúndom & Cabrera, 2004). Mundialmente se encuentra distribuída en: Africa (Morocco, Nigeria); Asia (China, India, Indonesia, Irán, Irak, Israel, Japón, Corea, Líbano, Malasia, Filipinas, Arabia Saudita, Taiwan, Turquía) Australasia y Oceanía (Caroline Islands, Hawaii); Europa (Bulgaria, España, Francia, Grecia, Italia, Rusia), Asia (Arabia, China, Corea, India, Irán, Israel, Japón, Líbano, Malasia, Turquía), América del Norte (Canadá, Estados Unidos, México), América Central (Costa Rica, Guatemala, Puerto Rico, Salvador, Trinidad); América del Sur (Argentina, Bolivia, Brasil, Perú, Venezuela) (Stamps, 1985). Posteriormente se agregaron Yugoslavia y Panamá (CABI, 1990).

## 6. ANTECEDENTES EN ARGENTINA

*Ph. capsici* fue aislada por primera vez por Lindquist (1932), de plantas de pimienta con síntomas de *damping off*, cultivadas en los alrededores de La Plata (Provincia de Buenos Aires). Posteriormente Godoy profundizó su estudio y citó su aparición en 1936 en San Rafael (Provincia de Mendoza) y en 1937 en las provincias de Salta y Jujuy (Godoy, 1940). Además fue citada afectando cultivos de pimienta de las provincias de: Córdoba (Carrera, 1941, Frezzi 1942-1949, En: Frezzi, 1950); Chaco (Bonacic Krecic & Campagnat (1982); Tucumán (Traversi, 1948); Jujuy (Alcoba *et al.*, 2005); Corrientes (Colombo, 1988); Catamarca (Raggi, 1945); La Rioja (Carrera, 1940); La Pampa (Vitoria, 1941); Salta (Carrera, 1937); San Luis (Carranza, 1945); Neuquén (Cipolla, 1948); Santa Fe (Rista *et al.*, 1969); San Juan (Oriolani & Gatica, 1980); Formosa (Mazzanti de Castañon, 1994); Mendoza (Feldman & Pontis, 1960); Rio Negro y Neuquén (Bergna, 1963; Rossini *et al.*, 1992).

Otros hospedantes citados son *Citrus sinensis* (naranja dulce), *C. limonia* (limón), *Cucumis sativus* (pepino), *Cucurbita pepo* (zapallo de angola), *Cucurbita maxima* var. zapallito (zapallito de tronco), *Cucurbita moschata* (zapallo anquito), *Cucurbita maxima* subsp. *maxima* (zapallo), *Phaseolus lunatus* (poroto manteca), *Solanum lycopersicum* (tomate), *Philodendron scandens* subsp. *oxycardium* (filodendro), *Solanum melongena* (berenjena). La información sobre la localización de estos

cultivos, los síntomas y referencias bibliográficas se observan en la Tabla 6 de *Phytophthora* spp. en Argentina.

*Ph. capsici* limita la producción de pimiento en Argentina, especialmente en las zonas de cultivo bajo riego. Ha ocasionado importantes pérdidas (Godoy, 1940; Fernández Valiela, 1978; Colombo, 1988; Roig *et al.*, 2009), en algunos años su producción se ha reducido en casi un 40 % (Galmarini, 1997). Además se han registrado severos ataques de *Ph. capsici* en *Cucurbita* spp.; (Mitidieri, 1976; Rossini *et al.*, 1992; Kiehr *et al.*, 1996). Afortunadamente, para pimiento existen en el país variedades resistentes a *Ph. capsici*, liberadas por el INTA La Consulta (Mendoza) (Galmarini, 1997, 1998). Para zapallo, actualmente se dispone de algunos cultivares de Anco obtenidos en el país, que muestran un comportamiento aceptable frente a la infección. En cuanto a *C. maxima* se han identificado algunos genotipos que son menos susceptibles que los cultivares actualmente disponibles (Roig *et al.*, 2008).

Otras especies de *Phytophthora* que afectan a *C. annuum* son *Ph. citrophthora*, *Ph. drechsleri*, *Ph. Infestans* y *Ph. nicotianae* (Tabla 6).

## 7. COMENTARIOS

a) El carácter diferencial de *Ph. capsici* con otras especies del grupo II de Waterhouse es principalmente el largo de su pedicelo sobre esporangios caducos esféricos a elongados estrechándose en su base (“tapering base”). Se diferencia de *Ph. parasitica* en que ésta produce esporangios más redondos que son no caducos y de *Ph. palmivora* porque tiene esporangios ovoides que son caducos pero con un pedicelo corto (Erwin & Ribeiro, 1996). Abad *et al.* (2011) identificaron una nueva especie (*Phytophthora glovera* G. Z. Abad & Shew), que afecta plantas de tabaco en Brasil y que está estrechamente relacionada con *Ph. capsici*, pero presenta claras diferencias en sus estructuras sexuales y asexuales. *Ph. capsici* es una especie heterotálica con anteridios anfígenos, mientras que *Ph. glovera* es una especie homotálica que produce anteridios anfígenos o paráginos (Abad *et al.*, 2011).

b) Los valores de temperaturas de crecimiento obtenidos en este estudio se encuentran comprendidos entre los informados por otros autores: Stamps (1985) reportó mín. 10 °C, ópt. 28 °C y máx. >35 °C; Kröber (1985) citado por Erwin & Ribeiro (1996), min. 7,5, ópt. 30 y máx. 35 °C. Tsao (1991) rangos de min. 6-9, ópt. 27- 30 y

máx. 33-39 °C; en tanto que Mchau & Coffey (1995) obtuvieron temperaturas ópt. de 24-33 °C.

c) Tucker (1931), citado por Erwin & Ribeiro (1996), menciona que la formación de clamidosporas en cultivos *in vitro* de aislamientos obtenidos de *C. annuum* es rara. En coincidencia Ristaino (1990), expresa que aislamientos procedentes de pimiento o de cucurbitáceas no formaron clamidosporas. Tampoco fueron observadas por Frezzi (1950) en aislamientos desde solanáceas y cucurbitáceas, ni por Mchau & Coffey (1995) en aislamientos desde pimiento. Igual comportamiento se obtuvo en el aislamiento de este estudio. Por otra parte, en un trabajo publicado en Irán, se menciona la producción de clamidosporas en aislamientos desde pimiento (Ershad, 1971, citado por Erwin & Ribeiro, 1996) y hay referencias de su producción en otros hospedantes como *Piper niger* (pimienta negra), *Theobroma cacao* L. (cacao) y *Macadamia* sp. (macadamia).

d) *Ph. capsici* es una especie heterotálica. En aquellos sitios donde la población presenta ambos tipos de apareamiento (A1 y A2), las oosporas formadas sirven como inóculo latente para provocar nuevas infecciones (Erwin & Ribeiro, 1996; French-Monar *et al.*, 2007). De allí la importancia de conocer el comportamiento de las poblaciones locales.

En los aislamientos de *Ph. capsici* obtenidos en el presente estudio no se observaron oosporas, estos resultados son consistentes con los obtenidos por otros investigadores del país: Frezzi (1950) estudió numerosos aislamientos de *Capsicum annuum*, *Cucumis sativus* (pepino), *Cucurbita* spp., *Phaseolus lunatus* (poroto manteca), *Solanum lycopersicum* (tomate) y expresó que *Ph. capsici*, “es inconstante y precaria en su aptitud para producir órganos sexuales”, basándose en que solo encontró oogonios y oosporas en algunos casos procedentes de una de las localidades. Además realizó más de 60 combinaciones de cultivos en pares en diferentes medios de cultivo, con resultados negativos en todos los casos.

Recientemente Gobena *et al.*, (2012) estudiaron la conformación poblacional de *Ph. capsici* en Argentina con 41 aislamientos de 11 localidades, obtenidos entre los años 2006-2008, observando que todos se comportaron como A1, que la diversidad genotípica de la población es limitada y que un único linaje clonal es responsable de gran parte de la enfermedad en Argentina. Concluyeron que la recombinación sexual

juega un papel limitado o ausente, en el impulso de la estructura de la población. Atribuyen la limitada variación genética a procesos de mutación y recombinación mitótica (Goodwin *et al.*, 1995; Dobrowolski *et al.*, 2003). Los cultivares resistentes Fyuco INTA y Calafyuco INTA, siguen siendo ampliamente utilizados por los cultivadores de pimiento y a la luz de los resultados obtenidos por Gobena *et al.*, (2012), la variación genética limitada en la población del patógeno puede ser un factor que permite que la resistencia a enfermedades, de dichos cultivares, permanezca viable durante períodos prolongados.

En Estados Unidos, por el contrario, dentro de un mismo campo o áreas agrícolas, hay poblaciones con ambos tipos de apareamiento, con alta diversidad genotípica y linajes clonales, lo que hace más difícil el uso de variedades resistentes (Hausbeck & Lamour, 2004; Gevens *et al.*, 2007; Dunn *et al.*, 2010; Granke *et al.*, 2012, citados por Gobena *et al.*, 2012).

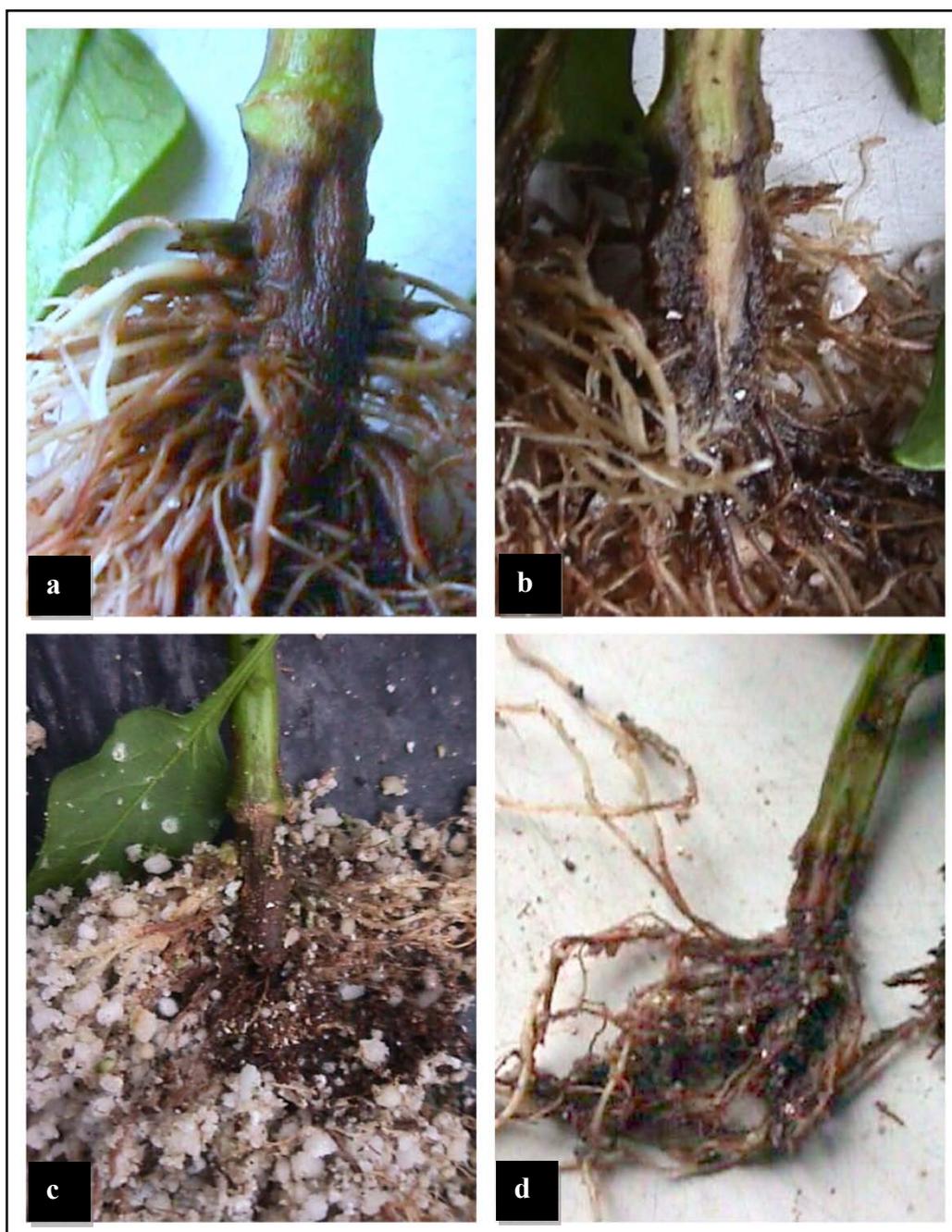
e) Filogenéticamente *Ph capsici* se ubica en el clado 2 (Blair *et al.*, 2008) y las especies más cercanas son *Ph. tropicalis* (Aragaki & Uchida, 2001) y *Ph. mexicana* (Hotson & Hartge 1923, citado por Erwin & Ribeiro, 1996). Anteriormente, *Ph. capsici* y *Ph. tropicalis* fueron consideradas como la misma especie en base a sus características morfológicas e información de isoenzimas (Mchau & Coffey, 1995; Oudemans *et al.*, 1994, citado por Erwin & Ribeiro, 1996). Ambas producen esporangios caducifolios oblongos con prominentes papilas y pedicelos largos. Son heterotálicas, debiendo cruzarse para producir oosporas anfígenas. El análisis de isoenzimas no fue suficientemente sensible para diferenciar entre las especies. Posteriormente los estudios moleculares y la secuenciación han permitido notar estas diferencias (no obstante subsisten citas de *Ph. tropicalis* mencionadas como *Ph. capsici*, debido a las similitudes morfológicas, así también como a erróneas clasificaciones de secuencias de ITS depositadas en GenBank. Además ambas especies difieren en el rango de hospedantes. Generalmente *Ph. capsici* es aislada de plantas hortícolas; en tanto que *Ph. tropicalis* es aislada de plantas ornamentales de vivero o cultivos perennes (Lamour, 2013). Los aislamientos de *Ph. capsici* no son específicos de un cultivo (Sanago & Claryl, 2006; Isakeit, 2007, citados por Sanago & Bosland, 2013 *In: Lamour, 2013*). En Argentina *Ph. capsici* fue aislada de hospedantes hortícolas (*Asparagus*, Solanaceae, Cucurbitaceae, *Phaseolus lunatus*) de *Philodendron scandens* subsp. *oxycardium* (Cúndom & Cabrera, 2004) y de *Ficus carica* (Alcoba *et al.*, 2005).

## *PHYTOPHTHORA CAPSICI*



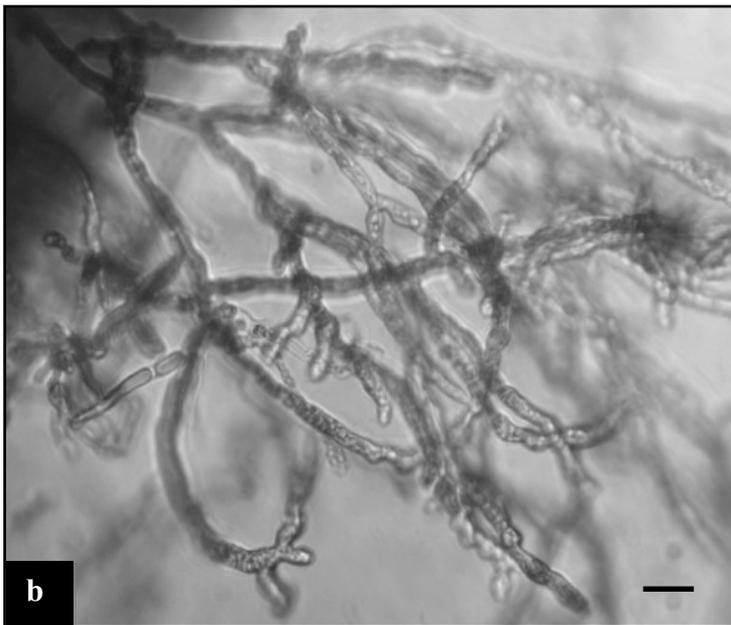
**Fig. 71:** *Capsicum annuum*. Plantas sanas creciendo bajo invernáculo en contenedores conteniendo como sustrato perlita y tierra. Se observa el tipo de conducción de las plantas con hilo de nylon a dos hileras paralelas por contenedor. Fertirrigación aplicada mediante riego por goteo.

## *PHYTOPHTHORA CAPSICI*



**Fig. 72:** *Capsicum annuum*. a) Presencia de cancro basal. b) Formación de un tejido suberoso oscuro que rodea el tallo en la base de las plantas afectadas. c) Corte longitudinal del tallo donde se observa el tejido necrótico avanzando hacia el interior de la médula. d) Sistema radicular con menor desarrollo y raíces necrosadas.

***PHYTOPHTHORA CAPSICI***



**Fig. 73:** *Phytophthora capsici*. a) Planta inoculada con marchitamiento (izq.) y planta testigo sana (der.). b) Micelio coraloide. BAR= 10  $\mu$ m.

***PHYTOPHTHORA CAPSICI***



**Fig. 74:** *Cucurbita moschata*. Frutos de zapallo Anco presentando manchas acuosas, podredumbre en la región del fruto en contacto con el suelo y en la zona de inserción del pedúnculo. Presencia de una eflorescencia blanca (micelio de *Ph. capsici*) sobre las lesiones (signo).

*PHYTOPHTHORA CAPSICI*



**Fig. 75:** *Phytophthora capsici*. Esporangios hialinos con papila prominente y largo pedicelo. a) Esporangio elipsoidal. b) Esporangio obovoide. BAR= 20  $\mu$ m.

*PHYTOPHTHORA CAPSICI*



Fig. 76: *Phytophthora capsici*. a) Formación de esporangios secundarios por proliferación interna. b) Esporangios subglobosos con vacuola central en uno de los esporangios y esporangióforo ramificado, grueso. BAR= 20  $\mu$ m.

## ***PHYTOPHTHORA NICOTIANAE* Breda de Haan (1896).**

Syn: *Phytophthora parasitica* Dastur (1913)

*Phytophthora parasitica* var. *parasitica* Dastur (1913)

*Phytophthora allii* Sawada (1915)

*Phytophthora melongenae* Sawada (1915)

*Phytophthora jatrophae* Rosenbaum (1917)\*

*Phytophthora terrestris* Sherbakoff. (1917)

*Blepharospora terrestris* (Sherb.) Peyronel (1920)

*Phytophthora parasitica* var. *rhei* Godfrey (1923)

*Phytophthora tabaci* Sawada (1927)

*Phytophthora parasitica* var. *nicotianae* (Breda de Haan) Tucker (1931)

*Phytophthora formosana* Sawada (1942)

*Phytophthora lycopersici* Sawada (1942)

*Phytophthora ricini* Sawada (1942)

*Phytophthora parasitica* var. *sesami* Prasad (1957)

*Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* (Dastur) Waterhouse (1963)

Las variedades *nicotianae* y *parasitica* de *Ph. nicotianae* no han sido aceptadas (Hall, 1993).

Los caracteres morfológicos observados en los aislamientos coinciden con los presentados por Waterhouse (1963); Frezzi (1977); Stamps *et al.*, (1990); Hall (1993) y Erwin & Ribeiro (1996) para *Ph. nicotianae*. Se ubica en el Grupo II de Waterhouse (1963) y en el Clado 1 de Blair *et al.* (2008).

*Ph. nicotianae* es una especie cosmopolita, produce *damping off*, podredumbre de raíces y de corona, tizón de hojas, podredumbre de frutos.

### **1. ORIGEN DE LOS AISLAMIENTOS**

Fueron aislados: BDF110-36 de plantas de *Dieffenbachia picta* Schott (dieffenbaquia) y BVII109-35 de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don fil. (vinca) de cultivos de la localidad de Moreno (zona Oeste del Cinturón verde bonaerense) y de un vivero

comercial de la localidad de Escobar (Zona Norte); BPR116-42 de *Primula obconica* Hance (primula), de un cultivo ubicado en Moreno y de un vivero comercial de la ciudad de Buenos Aires); BFCH103-29 de *Chamelaucium uncinatum* Schauer (flor de cera) y BGY115-41 de *Gypsophila paniculata* L. (gipsófila, mosquito), ambos de la localidad de Abasto- La Plata; BSCH 117-43 de *Schlumbergera truncata* (Haw) Moran (zygocactus, Santa Teresita, Cactus de Pascua) y BHE118-44 de *Hebe speciosa* (hebe) de un vivero comercial de la ciudad de Buenos Aires.

## 2. SINTOMATOLOGÍA

**2.1. *Dieffenbachia picta* (Araceae):** Planta herbácea perenne nativa de la región central y tropical de América del Sur. Se comercializa como planta de interior en maceta por las características ornamentales de sus hojas que alternan colores verdes y blancos, destacándose por su brillo. Se cultiva principalmente en las Provincias de Corrientes y Buenos Aires y en menor escala en provincias del norte argentino (JICA-INTEA, 2003).

En la primavera de 2008 y 2009, se hallaron plantas afectadas de *D. picta* var. Alex con síntomas de clorosis y marchitamiento de las hojas basales, pertenecientes a un productor de la localidad de Moreno (provincia de Buenos Aires). Inicialmente se observó una zona húmeda en los pecíolos y en la base del tallo, a nivel del suelo. Al progresar rápidamente la enfermedad, bajo condiciones de altas temperaturas y elevada humedad relativa ambiente, las plantas afectadas se marchitaron debido a la prodredumbre basal y de las raíces (Fig. 77). Síntomas y pérdidas similares fueron citados por Grijalba *et al.* (2008), quienes en la primavera de 2007 encontraron plantas enfermas de difenbaquia var. Mariana, cultivadas en los alrededores de Buenos Aires, causando pérdidas de hasta el 70% por invernáculo, valores semejantes a los observados por Palmucci en el relevamiento de 2008. En ambos casos los síntomas se presentaron tempranamente, a los 2 a 3 meses del primer trasplante, coincidiendo con exceso de agua en el sustrato debido a abundante irrigación.

## *PHYTOPHTHORA NICOTIANAE*



**Fig. 77:** *Dieffenbachia picta*. a) Plantas con marchitamiento en hojas inferiores b) Estado más avanzado de la enfermedad con podredumbre basal. c) Detalle del tallo con podredumbre basal.

**2.1.1. Pruebas de patogenicidad:** Se realizaron utilizando el aislamiento BDF11. Las plantas se cultivaron en macetas con una mezcla de turba, perlita y 20% de suelo y fueron inoculadas con discos de AV8 con desarrollo del Oomycete (Materiales y Métodos ítem 5.2). Los síntomas comenzaron a manifestarse a los 7 a 10 días luego de la inoculación en plantas del cultivar Mariana, alcanzando el 90% de mortandad a los 17 días. Las plantas testigo permanecieron sanas. *Ph. nicotianae* fue reaislada de las plantas enfermas.

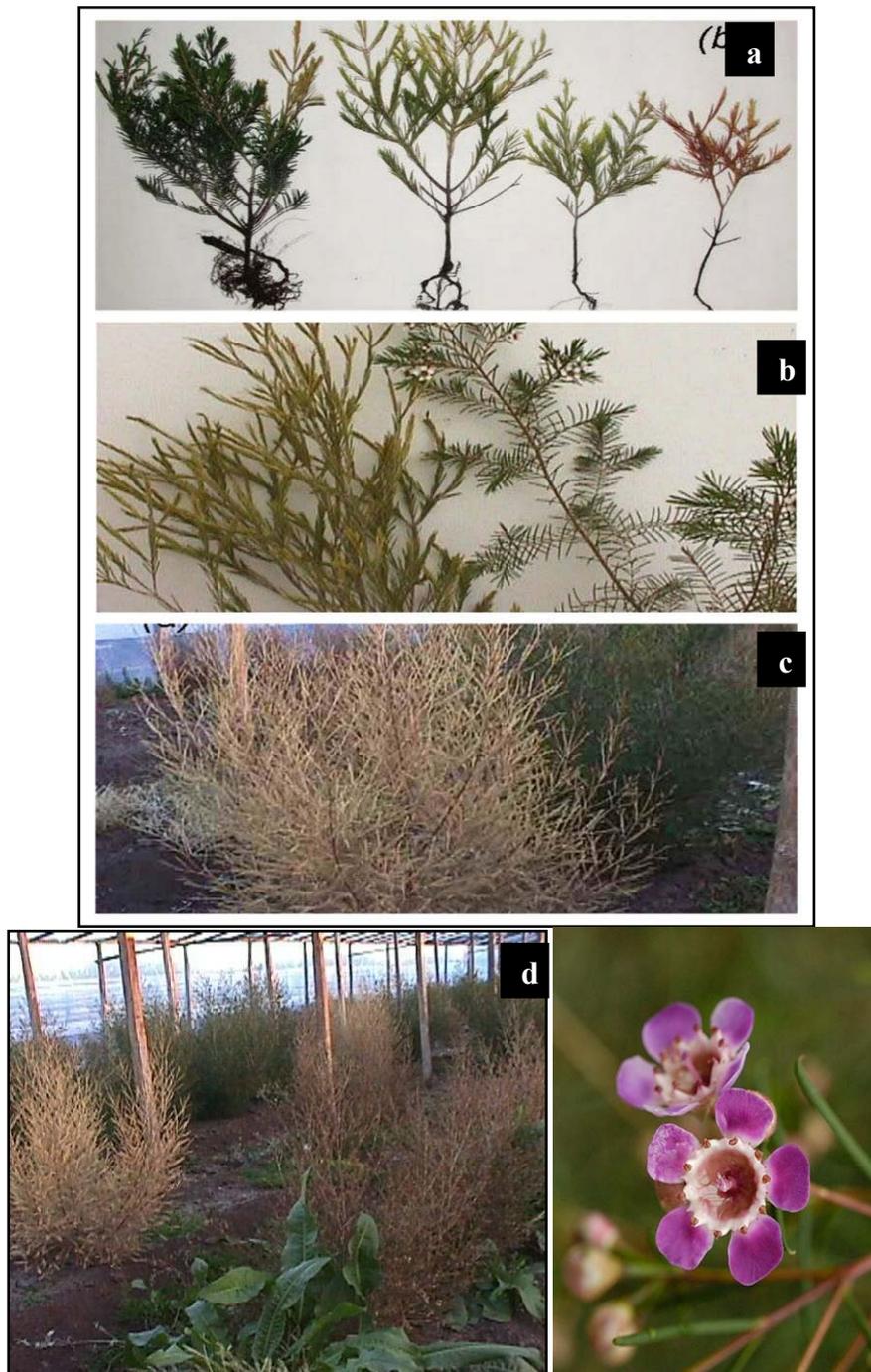
**2.1.2. Comportamiento varietal:** Palmucci *et al.* (2011b) evaluaron el comportamiento de variedades de *Dieffenbachia* sp. frente a la infección por *Ph. nicotianae*, observando una respuesta diferencial frente a este patógeno. Todas las variedades mostraron podredumbre basal y pérdida total del sistema radicular a excepción de la variedad

Tropic snow. Ninguna otra diferencia se pudo detectar estadísticamente como significativa aunque la variedad Alex se comportó como moderadamente susceptible en comparación con las otras variedades (Palmucci *et al.*, 2011b).

**2.2. *Chamelaucium uncinatum*** (Myrtaceae): Arbusto nativo de Australia. Fue introducida en la Provincia de Buenos Aires-Argentina a fines de 1990 y se cultiva principalmente en los alrededores de la ciudad de La Plata y también hay algunas plantaciones en Corrientes. Las plantas crecen directamente en el suelo, cultivadas bajo invernáculo. Se utilizan en ramos florales, bouquets y como planta en maceta. Durante la primavera de 2009, 2010 y 2011, en los alrededores de La Plata (Abasto) en cultivos de flor de cera creciendo bajo cobertura, se hallaron plantas con síntomas de podredumbre basal. Las plantas presentaron un progresivo amarillamiento de las ramas desde la base hacia el extremo de los tallos. Se detiene el crecimiento de las plantas, las hojas (acículas) se van “cerrando”, cambiando su color verde intenso al amarillento hasta finalmente tornarse de tono pajizo-bronceado y quedando adheridas a las ramas después que la planta muere. Al descalzarlas del suelo se ve destrucción de raíces, descortezamiento y oscurecimiento del interior de la parte basal de los tallos (Fig. 78). Con anterioridad, esta enfermedad se manifestó con los primeros implantes del cultivo en la región y fue descrita inicialmente por Wolcan *et al.* (1996) y luego por Wolcan & Lori (2001).

**2. 2. 1. Pruebas de patogenicidad:** Se llevaron a cabo utilizando el aislamiento BFCH103, el cual fue caracterizado morfológica y molecularmente. El inóculo se aplicó según se describe en Materiales y Métodos ítem 5.3d, utilizando como soporte un sustrato de arroz, perlita y salvado de trigo (1:1:1) humedecido con agua. Se incorporó a plantas de 4 meses de cultivo (10 repeticiones/ cultivar). Se dejaron 10 plantas como controles sin inocular con adición de agar sin desarrollo del oomycete. Los síntomas comenzaron a manifestarse 25 días después de la inoculación en plantas del cultivar Snowflake. Al final del ensayo (4 meses) el 70 % de las plantas había muerto. El desarrollo de la enfermedad fue más lento en el cultivar Orchid, observándose una baja mortandad de plantas. Los controles permanecieron sanos. *Ph. nicotianae* fue reaislado desde las plantas sintomáticas.

*PHYTOPHTHORA NICOTIANAE*



**Fig. 78:** *Chamelaucium uncinatum*. a) Progreso de los síntomas en plantas jóvenes. b) Detalle de síntomas en hojas: cierre de acículas y cambio de coloración. c) plantas marchitas. d) Invernáculo con plantas enfermas.

**2. 3. *Gypsophila paniculata*** (Caryophyllaceae): Cultivo de flor para corte ubicado principalmente en la zona Sur y algo en la zona Norte (Escobar, Pilar) del Cinturón verde bonaerense. Se utiliza como complemento de ramos de otras especies de mayor producción como rosal, clavel, crisantemo, liliium, entre otras. En la zona Sur, principal centro de producción florícola del país, su cultivo se ha incrementado durante los últimos años (Barreiro, 1999). Pertenece a la misma familia que el clavel, por lo que ambos suelen cultivarse en los mismos establecimientos y posiblemente usando los mismos invernáculos.

En recorridas efectuadas en la zona de Abasto-La Plata (2011, 2012), se encontraron plantas de gipsófila con severo decaimiento de la parte aérea y podredumbre de la corona. El problema se manifestó especialmente durante los meses templado-cálidos y afectó a plantas en distintos estados de desarrollo. En el cultivo se observó que la enfermedad se distribuye en manchones sobre el cantero; las plantas se marchitan, las hojas pierden turgencia, quedando adheridas a los tallos, con una coloración verde grisácea para finalmente volverse amarillentas (Fig. 79). En correspondencia con estas lesiones, al descalzar las plantas se hallaron porciones de las raíces primarias y secundarias descortezadas. La raíz primaria afectada comenzó a ponerse marrón desde su parte terminal y avanzó hacia la corona con ablandamiento de los tejidos. Desde allí se extendió a la base del tallo, el cual se oscureció. Esta enfermedad fue descrita por Wolcan *et al.* (2007), quienes oportunamente realizaron las pruebas de patogenicidad, coincidiendo lo observado en este estudio con sus descripciones de síntomas y epidemiología. Una de las cepas de ese trabajo, aislada en 2005, mantenida en Colección, fue caracterizada molecularmente y secuenciada en 2010. Esta enfermedad aparece en la zona de cultivo desde la década del 90 (Wolcan *et al.*, 2000).

*PHYTOPHTHORA NICOTIANAE*



**Fig. 79:** *Gypsophilla paniculata*. a) Plantas sanas. b) Pérdida de turgencia en las hojas. c) Cantero con manchones de plantas muertas. d) Síntomas en almácigo.

2. 4. *Catharanthus roseus*. (Apocynaceae): Planta herbácea perenne, cultivada en regiones tropicales y subtropicales por su profusa y variada floración. Florece desde fines de primavera hasta principios de invierno. En climas fríos se comporta como anual. Se utiliza para la ornamentación de jardines como planta en maceta o para canteros. En la primavera de 2009, en plantas adultas se observaron ápices curvados, hojas que perdían turgencia, luego marchitamiento general y finalmente muerte de la planta. Al descalzar los ejemplares enfermos, se pudo observar una intensa podredumbre de cuello y raíces (Fig. 80). Ocasionalmente pueden encontrarse tallos que aparecen manchados o con lesiones ulcerosas (Rivera *et al.*, 2000).

### *PHYTOPHTHORA NICOTIANAE*



**Fig. 80:** *Catharanthus roseus*. a) Testigo sano y planta afectada con severo marchitamiento. b-d) Síntomas iniciales de clorosis en hojas basales. e) Menor desarrollo radicular y raíces necróticas.

**2.4.1. Pruebas de patogenicidad:** La inoculación se realizó de acuerdo a lo descrito en Materiales y Métodos ítem 5.3b, utilizando como sustrato del Oomycete: arroz, salvado de trigo (1:1), humedecido con agua. Los síntomas se iniciaron a los 7 días desde la inoculación, con amarillamiento de hojas basales. En días subsiguientes una podredumbre basal avanzó, observándose ejemplares volcados a los 20 días, con escaso sistema radicular. A los 40 días la totalidad de las plantas se hallaba afectada por podredumbre basal y radicular. Todas las plantas inoculadas manifestaron síntomas. Los testigos permanecieron sanos (Fig. 81).

### *PHYTOPHTHORA NICOTIANAE*



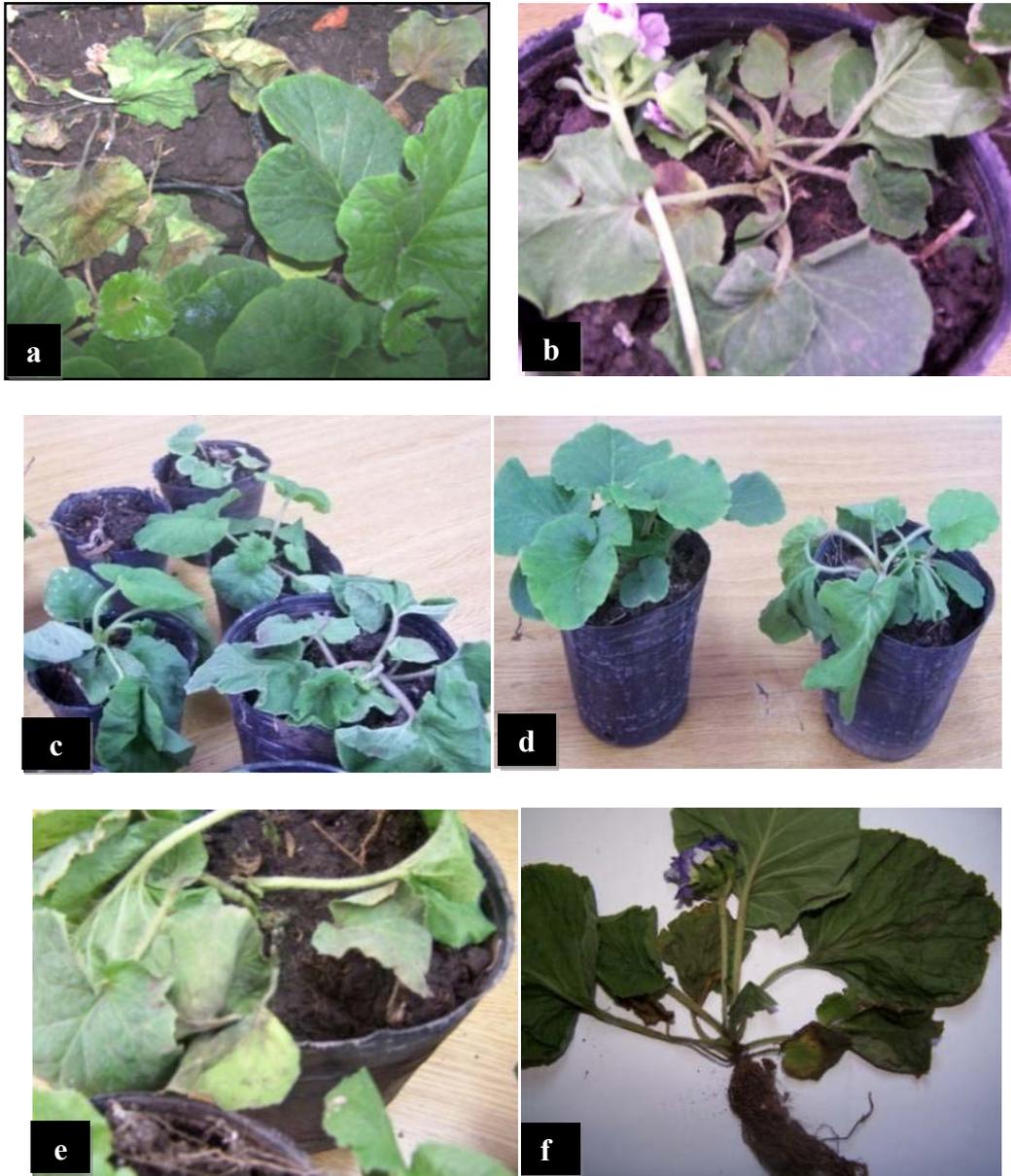
**Fig. 81:** *Catharanthus roseus*. a) Plantas a los 3 días de inoculadas con pérdida de turgencia en hojas. b, c) Plantas a los 7 días de inoculadas con clorosis de hojas basales. d) Testigo sano. e) Planta con rama con avanzada marchitez. f) Testigo en el centro y a ambos lados plantas marchitas por pudrición basal y radicular, a los 40 días de inoculadas. g) Sistema radicular con menor desarrollo y raíces muertas.

**2.5. *Primula obconica* Hance (Primulaceae):** Planta herbácea perenne cultivada como anual. En nuestra latitud florece desde el otoño hasta la primavera. Se comercializa en maceta y su producción se realiza bajo invernáculo, concentrándose en las zonas Norte y Oeste del Cinturón verde bonaerense. Se siembran en plugs (bandejas alveoladas con pequeñas celdas) y desde allí se trasplantan a la maceta definitiva. Es durante este período, siembra- primeros días del trasplante, que la planta está más vulnerable a los cambios en el ambiente que la rodea (nutrientes, oxígeno, pH, sales solubles, humedad).

En 2009, en un establecimiento productivo de plantas en maceta de la zona de Moreno, se recolectaron 10 plantas de *P. obconica* con avanzados síntomas de marchitamiento. Las hojas amarillentas yacían flácidas sobre el borde de la maceta. Al descalzarlas se observó pudrición de raíces, coincidentemente con los síntomas aéreos. En algunas plantas las hojas centrales presentaban pudrición húmeda (Fig. 82). Las plantas crecían en macetas con sustrato orgánico y riego por fertirrigación. Visitado nuevamente el cultivo en 2010 se halló idéntica sintomatología. También esta enfermedad fue encontrada en un vivero de venta al público de la ciudad de Buenos Aires.

**2.5.1. Pruebas de patogenicidad:** En Materiales y Métodos ítem 5.3b, se describió el método de inoculación, usando como sustrato del Oomycete: arroz-salvado de trigo (1:1). Todas las plantas inoculadas evidenciaron síntomas con características semejantes a los observados en el cultivo, comenzando a los 7 a ponerse las hojas amarillentas y flácidas. Las plantas testigo permanecieron sanas.

*PHYTOPHTHORA NICOTIANAE*



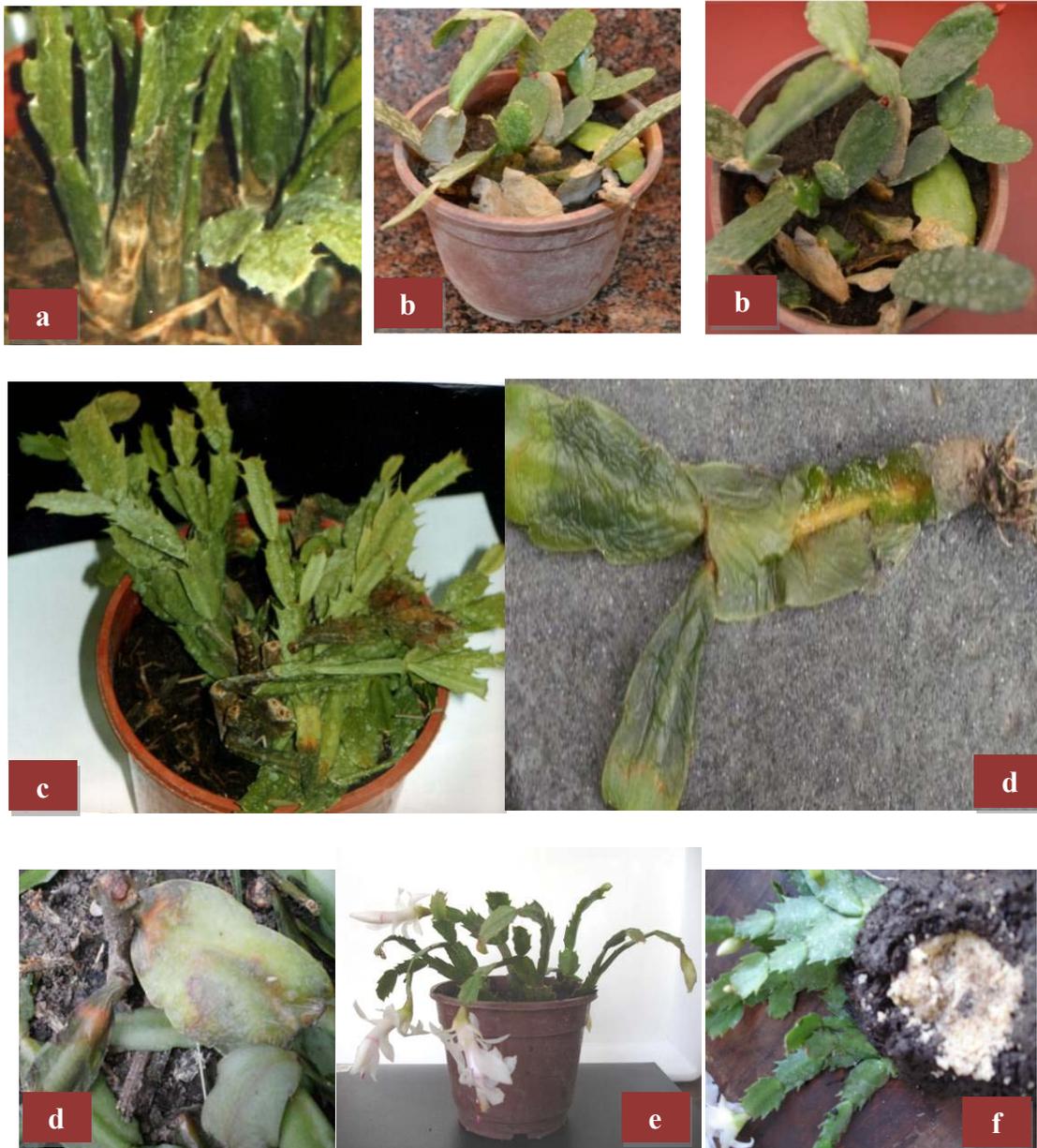
**Fig. 82:** *Primula obconica*. a-e) Síntomas en cultivo. Hojas amarillentas y flácidas. f) Pudrición de raíces.

**2.6. *Schlumbergera truncata*** (Cactaceae): Planta endémica de Brasil, cultivada mundialmente como ornamental en maceta. En noviembre de 2012, en un vivero comercial ubicado en la ciudad de Buenos Aires se hallaron plantas de zygocactus con pérdida del color de sus cladodios, marchitamiento de algunas ramas y podredumbre húmeda en los cladodios basales y raíces (Fig. 83). Anteriormente, a fines de 2011 plantas adultas con síntomas más acentuados, provenientes de un jardín particular de la ciudad de San Isidro, fueron recolectadas por el Ing. Grijalba.

**2.6.1. Pruebas de patogenicidad:** El inóculo BSCH117-43 se aplicó cercano a las raíces vehiculizado con un sustrato. Estas técnicas de inoculación fueron descritas en el capítulo 2, Materiales y Métodos punto 5.3a. Se hicieron 10 repeticiones, dejándose 10 plantas testigo. Se incubaron 48 h a 20°C y 100% humedad relativa con luz natural durante 10 días. En cladodios los síntomas se iniciaron a los 5 días, observándose alrededor de las heridas una zona infectada que avanzó progresivamente hasta abarcar todo el cladodio en algunos casos, ocasionando su desprendimiento. Plantas inoculadas en las raíces presentaron síntomas a los 10 días, observándose ramas con pérdida de turgencia y lesiones en las bases de los tallos (Fig. 83). Los testigos permanecieron sanos.

**2.7. *Hebe speciosa* = *Veronica speciosa*** (Scrophulariaceae): Planta perenne de mediana altura, hojas persistentes. Florece a comienzos de verano o de otoño según la variedad. Forma abundantes flores de color violáceo, azul o blanco, en espigas terminales. A fines de 2012, en un vivero comercial en Buenos Aires, se hallaron plantas de *Hebe* que presentaron menor crecimiento y podredumbre radicular. Anteriormente, en primavera de 2012, plantas con la misma sintomatología fueron recolectadas en jardines particulares de la zona Norte de Buenos Aires. Grijalba & Palmucci (Inéd.) identificaron a *Ph. nicotianae* como el agente causal de esta enfermedad.

## *PHYTOPHTHORA NICOTIANAE*



**Fig. 83:** *Schlumbergera truncata* a, c) Plantas con síntomas de podredumbre basal. b) Síntomas de pudrición en cladodios. d) Detalle de cladodios con podredumbre húmeda. e) Planta sana. f) Aplicación del inóculo cercano a las raíces utilizando un soporte orgánico.

### 3. CARACTERIZACIÓN CULTURAL Y MORFOLÓGICA

**3.1. Caracterización de la colonia:** En APG al 2%, temperatura de 20 °C, desarrollaron colonias de forma variable observándose dos tipos de colonia que llamaremos A y B. El grupo A incluyó los aislamientos obtenidos de plantas de *Ch.*

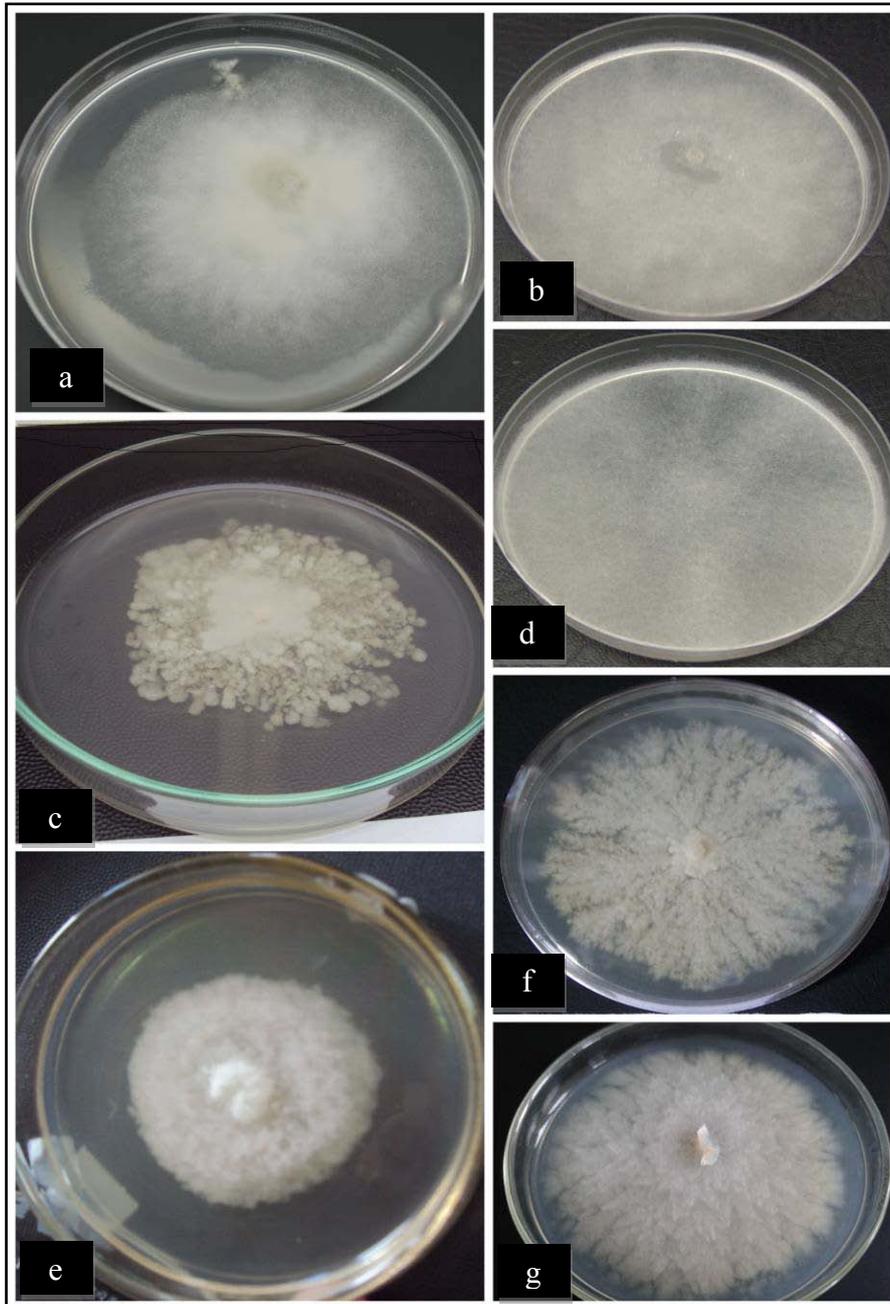
*uncinatum* y *G. paniculata*, los cuales en APG formaron colonias blancas con crecimiento de tipo aracnoide o estolonifero, de mayor diámetro en AV8. Las colonias del grupo B, integrado por los aislamientos provenientes de plantas de *D. picta*, *C. roseus*, *P. obconica*, *Sch. truncata* y *H. speciosa*, desarrollaron en APG abundante micelio aéreo blanco de tipo difuso cuando joven, luego más denso, de bordes no definidos, semicompacto, de menor desarrollo en AV8, de aspecto levemente algodonoso. También se observaron dos patrones atípicos de crecimiento (Fig. 84).

El crecimiento fue medido en 1 aislamiento del grupo A proveniente de *Ch. uncinatum* y 2 del grupo B de *D. picta* (BDF110-36) y *C. roseus* (BVI109-35). A 20 °C el crecimiento promedio de diefenbaquia fue de 8,3 mm/día, llenando la caja en 11 días; el de vinca y flor de cera de 7 mm/día, llegando a cubrir la mitad de la caja de Petri. A 28 °C (temp. ópt.), diefenbaquia tuvo valores de 20 mm /día tardando 4 días para el llenado de la caja, y flor de cera y vinca de 11 mm/día y 10 mm/día, respectivamente. Las temperaturas cardinales fueron mín. 5-8 °C, ópt. 28 °C y máx. >35 °C. Una mínima de 8 °C se observó en flor de cera y >1 <5 en difenbaquia (Tabla 12). Todos los aislamientos se conservan en las colecciones de la FAUBA y el CIDEFI.

**3.2. Caracterización morfológica:** Micelio típicamente coraloide (Fig. 85). Esporangios obpyriformes, redondos, ovales o elipsoidales, pocos irregulares, persistentes, mono, a veces bipapilados, de inserción basal o a veces lateral en el esporangióforo no ramificado, formados solos o en forma simpodial en esporangióforos largos, sobre todo persistentes o caducos, con corto pedicelo (Figs. 86-88). Clamidosporas terminales e intercalares y presencia de hinchamientos hifales (Figs. 87). No se observaron estructuras sexuales, siendo una especie heterotálica. Las dimensiones fueron variables en los distintos aislamientos, pero se mantuvieron dentro de los rangos conocidos para la especie (Erwin & Ribeiro, 1996) (Tabla 13).

## *PHYTOPHTHORA NICOTIANAE*

### TIPOS DE COLONIAS DESARROLLADAS EN DIFERENTES MEDIOS DE CULTIVO



**Fig. 84: Detalle de colonias.** Aislamiento de difenbaquia creciendo en APG a 20°C: colonia de 5 días (a) y de 7 días (b). c) Aislamiento obtenido de flor de cera de 7 días en APG. d) Aislamiento obtenido de gipsófila con 10 días de desarrollo en AV8. e) Aislamiento típico procedente de vinca. f, g) Formas atípicas con crecimiento de 10 días en APG.

**Tabla 12:** Crecimiento promedio de los aislamientos de *Ph. nicotianae* a 20 y 28 °C

Aislamiento Temperatura	BDF110 <i>Dieffenbachia picta</i>	BFCH103 <i>Chamelaucium uncinatum</i>	BVI109-35 <i>Catharanthus roseus</i>
20 °C	8,3 mm/día	7 mm/día	7 mm/día
28 °C	20 mm/día	11 mm/día	10 mm/día

**Tabla 13:** Características culturales, morfológicas y biométricas de los aislamientos de *Ph. nicotianae*.

HOSPEDANTE	COLONIA	ESPORANGIO	OOSPORA	CLAMIDOSPORA	SW. *
BDF110 <i>Dieffenbachia picta</i> (difenbaquia)	Colonias blancas abundante micelio aéreo >1-5 -28->35 °C ***	(30-) 37 (-49) x (18-) 26 (-37) µm Relación largo: ancho 1,4:1.	No formó	Esféricas terminales o intercalares.	si
BFCH103 <i>Chamelaucium uncinatum</i> (flor de cera)	Colonias blancas tipo estolonífera 8°-28 >35 °C **	(28-54 x 42-46) µm relación largo/ancho 1,3:1.	No formó	Terminales o intercalares 25 - 48 µm diam.; x̄: 37 µm)	si
BGY115-41 <i>Gypsophila paniculata</i> (gipsófila) (descrito por Wolcan <i>et al.</i> , 2007)	Colonia blanca, estolonífera, 5- 28-36°C. **	(22,5-) 37,72 (- 48,75) x (18,75-) 24,75 (-37,50) µm, con una relación largo: ancho de 1, 3: 1.	No formó sobre APG y AV8.	Terminales o intercalares 22,5 -37,30 µm diám. (x̄: 28,30 µm).	si
<i>Catharanthus roseus</i> (vinca)	Colonia blanca micelio aéreo 5-35 °C ***	-----	No formó	Terminales o intercalares	si

\*Swellings: hinchamientos hifales

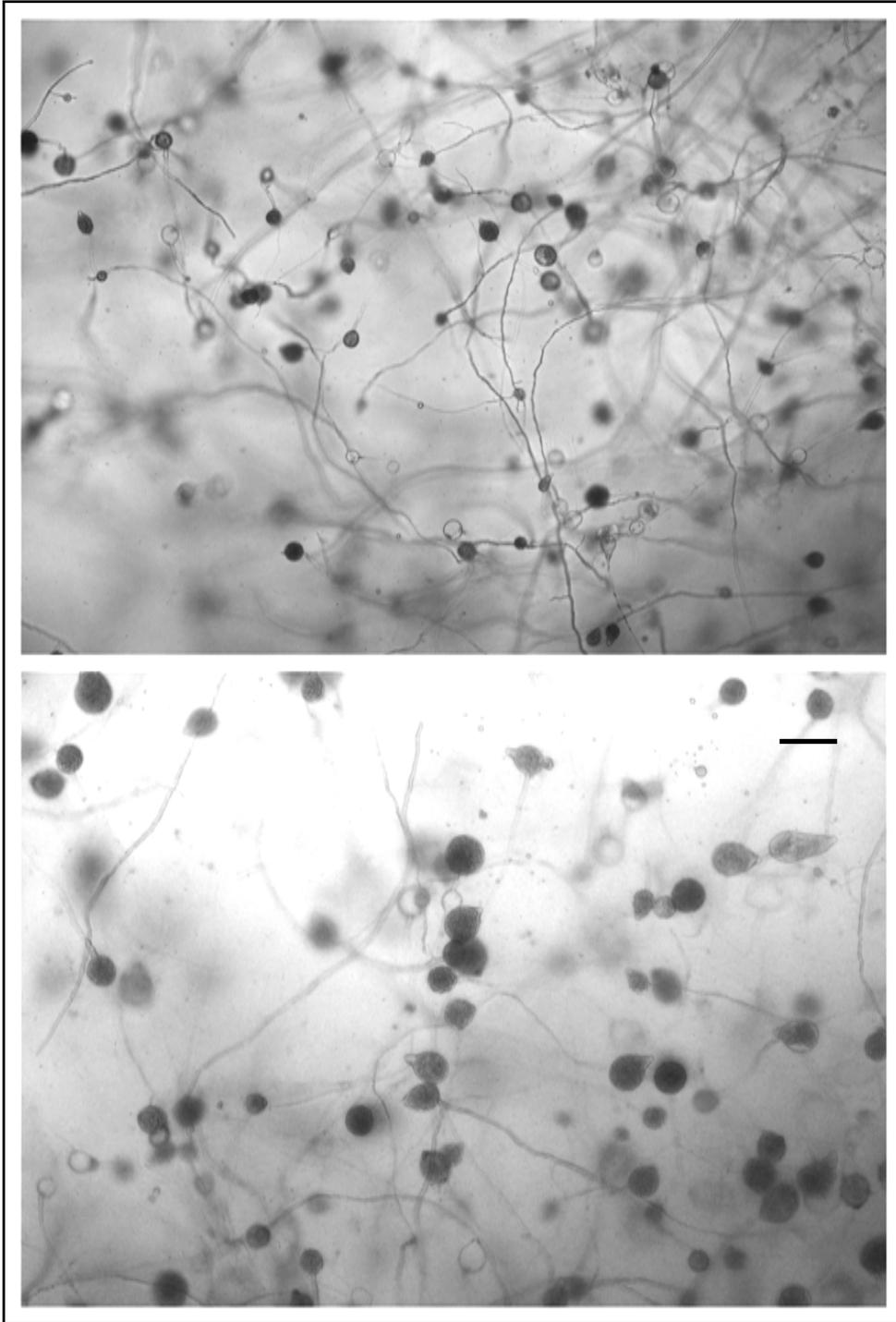
\*\*min-opt-máx. \*\*\* min. máx.

***PHYTOPHTHORA NICOTIANAE***



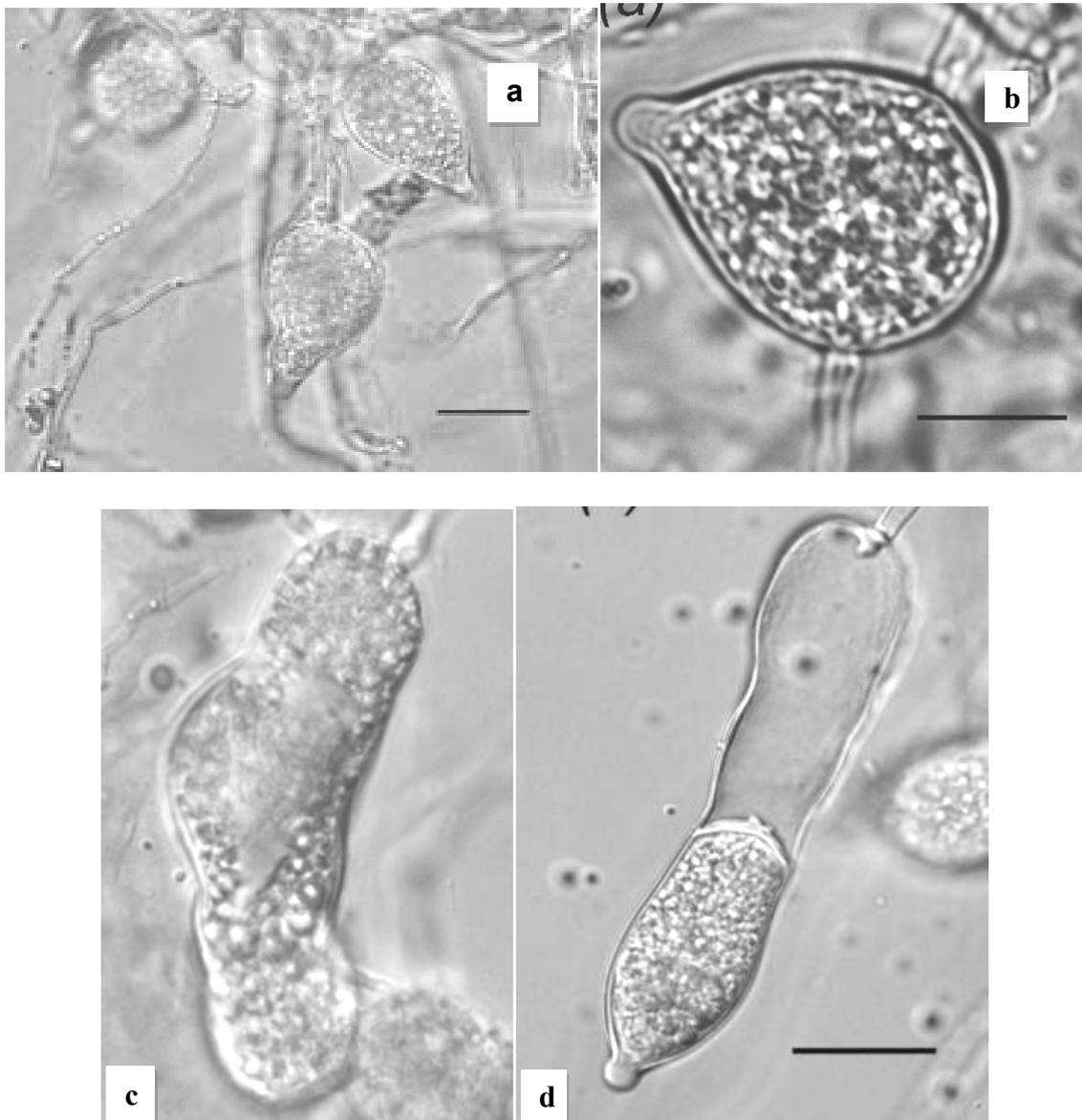
**Fig. 85:** *Phytophthora nicotianae*. a) Detalle de ramificaciones del micelio tipo coraloide. BAR= 10 μm

*PHYTOPHTHORA NICOTIANAE*



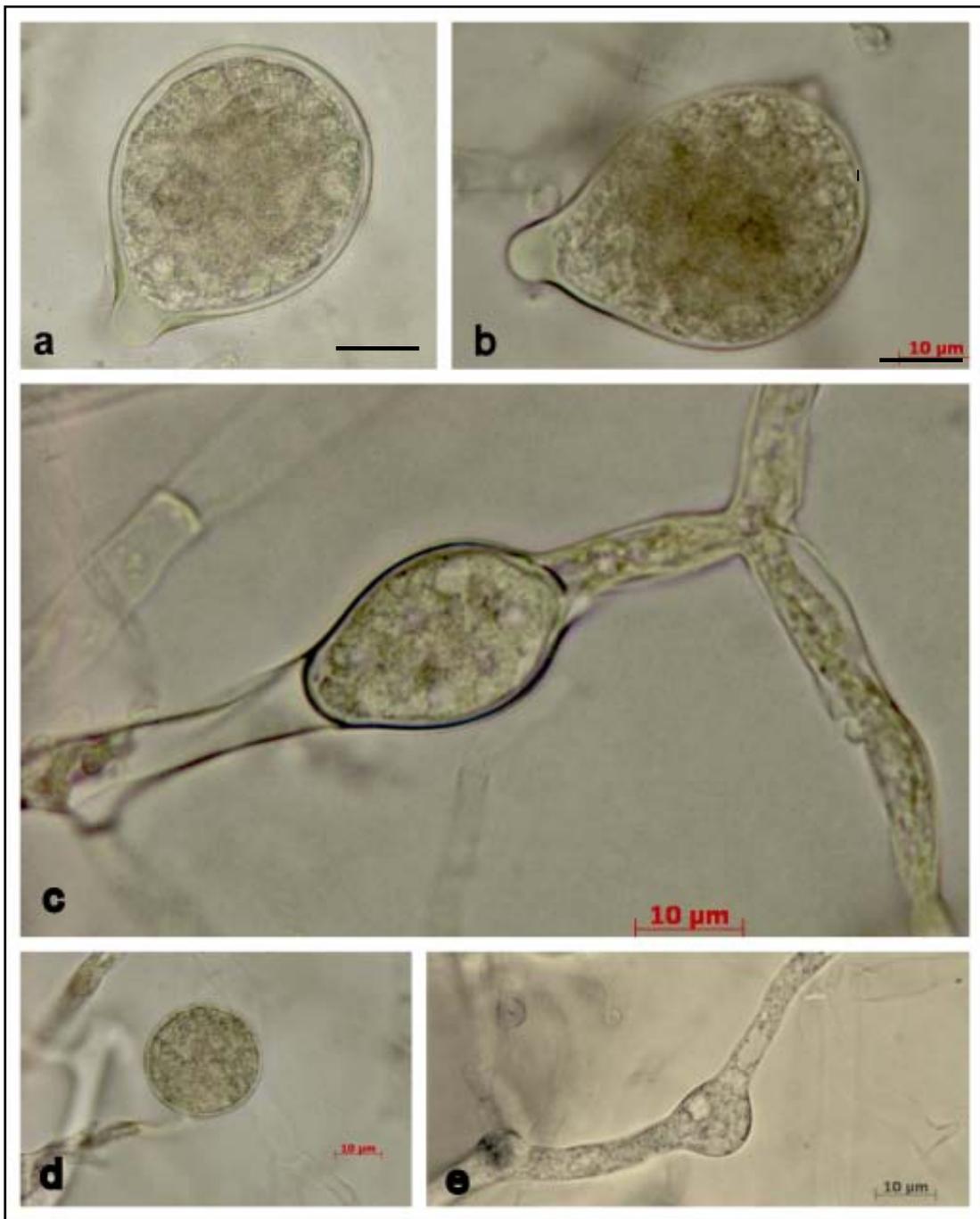
**Fig. 86:** *Phytophthora nicotianae*. Micelio con esporangios. BAR= 30  $\mu$ m.

*PHYTOPHTHORA NICOTIANAE*



**Fig. 87:** *Phytophthora nicotianae*. a) Esporangio terminal papilado. BAR= 20  $\mu$ m. b) Esporangio intercalar papilado. BAR= 10  $\mu$ m. c) Esporangio irregular. d) Esporangio irregular semi vacío. BAR= 10 $\mu$ m.

***PHYTOPHTHORA NICOTIANAE***



**Fig. 88:** *Phytophthora nicotianae*. a-b) Esporangios papilados. c) Clamidospora intercalar. d) Clamidospora terminal. e) Hinchamientos hifales. BAR= 10µm.

#### 4. CARACTERIZACIÓN MOLECULAR

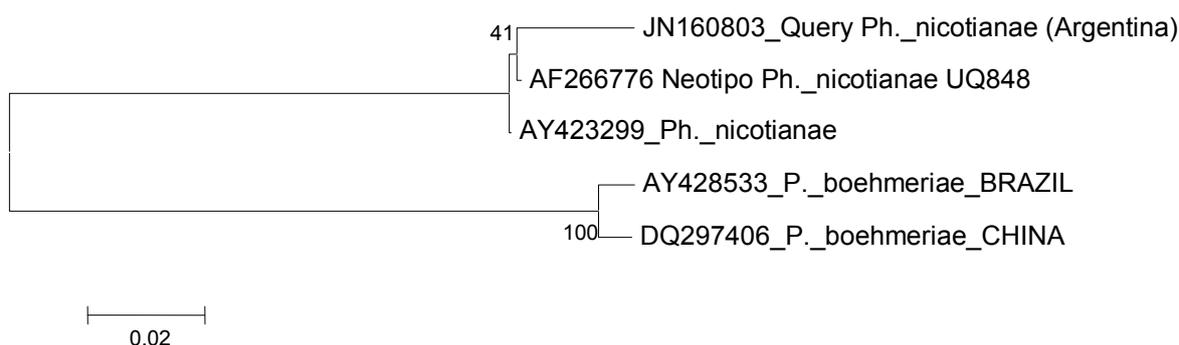
Se realizaron estudios con las secuencias de ITS (ITS4/ITS5), de los aislamientos BDF110-36 y BFCH103.

**4.1.** Las regiones ITS 4 e ITS 5 del rADN del aislamiento BDF110-36 obtenido de *difenbachia* fueron secuenciadas. La comparación con otras secuencias del GenBank mostró que el aislamiento BDF110 presentó 100% de homología con numerosas secuencias, entre ellas HQ643302, HQ643301, AY423299 (neotipo), GU902246 y 99% con la especie AF266776 (neotipo de *Ph. nicotianae*) con 1 base de diferencia y 0 gaps.

La combinación de las pruebas moleculares, características morfológicas y culturales y su ubicación en el árbol filogenético, mostraron que el aislamiento BDF110 claramente pertenece a *Ph. nicotianae*, que se ubica en el clado 1 (Blair *et al.*, 2008). La secuencia obtenida fue depositada en la colección de nucleótidos del GenBank (ACC HQ615719).

**4.2.** Dado que, los aislamientos que se obtuvieron inicialmente a partir de plantas enfermas de flor de cera fueron identificados en base a sus características culturales y morfológicas como *Ph. boehmeriae* (Wolcan & Lori, 2001) y luego de su revisión como *Ph. nicotianae* (Wolcan *et al.*, 2005), la secuencia del aislamiento BFCH103 obtenido en este estudio (con similares características culturales y morfológicas que los anteriores), se comparó con secuencias del GenBank. La secuencia en estudio tuvo un 100% de identidad con los especímenes de *Ph. nicotianae* y fue depositada con el N° de acceso JN160803.

De acuerdo a lo observado, dos secuencias del ITS de *Ph. boehmeriae*: AY428533 y DQ297406 y dos secuencias fiables de *Ph. nicotianae*: AF266776 (neotipo) y AY423299, fueron alineadas utilizando el programa Clustal W. Se construyó un árbol filogenético con el programa MEGA 5.0, utilizando el método de Neighbor-joining con 1000 repeticiones de bootstrap. El agrupamiento muestra que la especie en estudio se agrupa con las secuencias de *Ph. nicotianae*, quedando en otro grupo, las correspondientes a *Ph. boehmeriae* (Fig.89).



**Fig. 89:** Árbol filogenético usando rDNA ITS mostrando la relación entre secuencias de *Ph. nicotianae* y *Ph. boehmeriae*

Las secuencias de los aislamientos BVI109-35, BGY115, BSCH 117-43 y BHE118-44 obtenidos en el presente estudio, mostraron resultados semejantes, con 100% de homología con los especímenes representativos de *Ph. nicotianae* [AF266776 (neotipo) y AY423299], entre numerosas secuencias del Genbank.

- ✓ Este es el primer reporte de *Ph. nicotianae* como causante de *Podredumbre de tallo y raíces* de *Dieffenbachia picta* en Argentina y en América del sur y de *Podredumbre basal* en *Primula obconica*, *Hebe speciosa* y *Schlumbergera truncata*. Se confirma la identidad de *Ph. nicotianae* afectando cultivos de *Chamaelucium uncinatum*. Se aplican por primera vez las técnicas moleculares para la identificación específica de *Ph. nicotianae* como agente causal de *Podredumbre basal* de *Gypsophilla paniculata* y de *Catharanthus roseus*.

## 5. RANGO DE HOSPEDANTES Y DISTRIBUCIÓN MUNDIAL

Afecta 255 géneros en 90 familias (Farr & Rossman, 2015). Se halla presente en los siguientes países en África: Egipto, Ghana, Libia, Madagascar, Malawi, Mauricio, Nigeria, Senegal, Sudáfrica, Tanzania. En Asia, Brunei, China, Corea, India, Indonesia, Irán, Iraq, Israel, Japón, Java, Jordania, Líbano, Malasia, Pakistán, Sabah, Sararak, Sumatra, Sri Lanka, Taiwán, Tailandia, Australasia y Oceanía. En Australia: Queensland, WA, Islas Carolinas, Fiji, Francia, Polinesia, Hawaii, Nueva Zelanda,

Papua Nueva Guinea. En Europa: Alemania, Bulgaria, Chipre, Francia, Grecia, Inglaterra, Italia, Países Bajos, Reino Unido, Yugoslavia. América del Norte: Estados Unidos, Canadá, México. América central y las Antillas: Antillas, Puerto Rico, Jamaica, Trinidad. América del Sur: Brasil, Chile, Colombia, Guyana, Venezuela. (CABI, 1989).

Para *Dieffenbachia picta*, síntomas de podredumbre basal en plantas de *Dieffenbachia* infectadas por especies del género *Phytophthora*, fueron descritos en diferentes países. La primera cita de esta enfermedad fue reportada para Estados Unidos por Tompkins & Tucker (1947), quienes identificaron a *Ph. palmivora* afectando a *D. maculata* var. Rudolph Roehrs. Posteriormente fue reportada en Puerto Rico (Wellman, 1977). En Europa fue citada por primera vez en Alemania afectando a *D. maculata* y el agente causal fue identificado como *Ph. mexicana* Hots. & Hart. (Kröber *et al.*, 1983). *Phytophthora* sp. fue citada en Grecia afectando *Dieffenbachia* sp. (Holevas *et al.*, 2000); *Ph. nicotianae* sobre *D. maculata* en Polonia (Orlikovsky *et al.*, 2001), y *Ph. citrophthora* en *Dieffenbachia* sp. en el Reino Unido (Jones & Baker, 2007). En los países asiáticos, *Ph. nicotianae* fue citada en Taiwan causando tizón foliar (Ann, 1992) y en India sobre *D. picta* y *D. amoena* (Nema & Sharma, 2000).

*Gypsophilla paniculata* puede ser afectada por diferentes especies de *Phytophthora* causando podredumbre de la corona, marchitamiento o “podredumbre del cuello”. Se han registrado cronológicamente los siguientes antecedentes: *Ph. cryptogea* en Alemania (Kröber & Plate 1971); *Ph. parasitica* en Estados Unidos (Engelhard, 1974); *Ph. cactorum* (Leb. & Cohn.) Schroëter en Estados Unidos (Wick *et al.*, 1987); *Ph. nicotianae* var. *nicotianae* en Italia (Garibaldi *et al.*, 1990), *Ph. nicotianae* var. *nicotianae* en Polonia (Orlikowski *et al.*, 1991; Werner, 1997); *Ph. nicotianae* en Sudáfrica (Thompson & Naudé, 1992); *Ph. nicotianae* var. *parasitica* en Japón (Sekiyama & Venatsu, 1992); *Ph. parasitica* en Taiwan (Ann & Liu, 1993); *Ph. cryptogea* en México (Ojeda & Zac, 1993); *Ph. capsici* en Taiwan (Ann & Liu, 1993). Como fuera mencionado anteriormente Hall (1993) redescubrió a *Ph. nicotianae* y estableció la prioridad de esta denominación sobre otros sinónimos, por lo cual algunos de los reportes citados como patógenos de gipsófila corresponderían a esta especie (Engelhard, 1974; Garibaldi *et al.*, 1990; Orlikowski *et al.*, 1991; Thompson & Naudé, 1992; Sekiyama & Venatsu, 1992; Ann & Liu, 1993).

Otras especies citadas como causantes de la podredumbre de la corona y raíces de las primulas son *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) J. Schröt.; *Ph. citricola* Sawada; *Ph. parasitica* Dastur (Daughtrey, 2000).

En *Catharanthus roseus* la especie citada con mayor frecuencia es *Ph. nicotianae*. Ha sido registrada en India, Indonesia, Java, Japón, Venezuela (Erwin & Ribeiro, 1996), Estados Unidos (Gill *et al.*, 1977; Schubert & Leahy, 1989); en Cuba (Sandoval *et al.*, 1999); en España (Moralejo *et al.*, 2009) y en México (Álvarez Rodríguez *et al.*, 2013), entre otros. Además se mencionan a *Ph. cactorum* y *Ph. citricola* en Estados Unidos (Daughtrey, 2000), *Ph. citrophthora* y *Ph. cryptogea* en Polonia (Orlikowski *et al.*, 2011) y *Ph. tropicalis* en Estados Unidos (Hao *et al.*, 2010).

*Ph. nicotianae* se halla citada afectando *Schlumbergera truncata* en Corea (Hyeong *et al.*, 1998; Cho & Shin, 2004) y Estados Unidos (Erwin & Ribeiro, 1996),

Para *Hebe speciosa*, la bibliografía internacional cita a *Ph. cactorum*, *Ph. drechsleri*, *Ph. nicotianae* var. *nicotianae* y *Ph. nicotianae* var. *parasitica* (Hardy, 1988; Shivas, 1989).

## 6. ANTECEDENTES EN ARGENTINA

*Ph. nicotianae* ha sido reportada sobre: *Psidium guajava* L. (Carrera, 1947), *Begonia* spp., *Brachychiton populneus* (Schott. & Endl.) R. Br., *Callistephus chinensis* L., *Carthamus tinctorius* L., *Catharanthus roseus* L. G. Don fil., *Celosia plumosa* L., *Celosia argentea* L., *Dianthus caryophyllus* L., *Dianthus chinensis* L., *Eucalyptus vimynalis* Labill, *Fuchsia* sp., *Hedera helix* L., *Heliotropium arborescens* L., *Impatiens balsamina* L., *Lochnera rosea* (Reichb.), *Magnolia grandiflora* L., *Melia azedarach* L., *Phaseolus lunatus* L., *Pinus halepensis* Mill., *Punica granatum* L., *Salvia splendens* Sellow ex Roemer & Schultes, *Schinus molle* L., *Sesamum orientale* L., *Solanum lycopersicum* L., *Solanum melongena* L., *Tradescantia virginiana* L. (Frezzi, 1950); *Cucumis melo* L. subsp. *melo* (Frezzi, 1977). Fue citada afectando *Nicotiana tabacum* L. (Castelló, 1986). En los últimos años se ha reportado sobre *Chamelaucium uncinatum* Schauer, *Gypsophila paniculata* L. (Wolcan *et al.*, 2005, 2007); *Hibiscus cannabinus* (Vecchiatti & Zapata, 2005) y *Simmondsia chinensis* (Link) C.K. Schneider

(Lucero *et al.*, 2006) (Tabla 6). Numerosas citas sobre *Citrus* spp. a partir de 1938 han sido compendiadas por Cantero *et al.* (2010).

## 7. COMENTARIOS

a) Erwin & Ribeiro (1996) describen los sucesos cronológicos referidos a la nomenclatura de *Ph. nicotianae*: Breda De Haan (1896) efectuó la descripción de una nueva especie de *Phytophthora* aislada de tabaco y otros hospedantes a la cual denominó *Ph. nicotianae*. Posteriormente Dastur (1913) aisló de plantas de ricino (*Ricinus communis*) en la India una especie a la cual llamó *Ph. parasitica*, que difería de la anterior en la presencia de anteridios anfígenos. Ashby (1928) notó que en los dibujos de Breda De Haan, los anteridios eran paragynos y no anfígenos, como fueron obtenidos en aislamientos de tabaco efectuados con posterioridad a esa primera descripción y supuso que el error se debió a una contaminación de los aislamientos por alguna especie de *Pythium*. Por esta razón Ashby planteó la utilización del nombre *Ph. parasitica* para todos los aislamientos provenientes de tabaco y otros hospedantes. Hasta 1963 se conservó esta denominación, cuando Waterhouse propuso reemplazarla por *Ph. nicotianae* Breda De Haan dándole prioridad a pesar del error en la descripción y notando la falta de una descripción del aislamiento inicial en latín (Waterhouse, 1963). Esto no es aceptado universalmente, por lo cual desde entonces hasta la actualidad han coexistido ambas denominaciones, si bien de acuerdo a la reglamentación del Código de Nomenclatura Botánica, debería prevalecer el nombre de *Ph. nicotianae* (Erwin & Ribeiro, 1996).

Waterhouse (1963) separa *Ph. nicotianae* var. *nicotianae* de *Ph. nicotianae* var. *parasitica* basada en pequeñas diferencias morfológicas, pero no en su patogenicidad sobre tabaco (Waterhouse, 1963). Erwin & Ribeiro (1996) en su amplia revisión citan diferentes trabajos que cuestionan estas diferencias considerándolas insuficientes para plantear variedades: estudios morfológicos (Ho & Jong, 1989; Hall, 1993; Lucas, 1975; Gallegly, 1983; Tsao & Sisemore, 1983; Oudemans & Coffey, 1991); análisis proteicos (Erselius & de Vallevielle, 1984), serológicos (Morton & Dukes, 1967) y moleculares (Förster *et al.*, 1989).

b) Hall (1993) redescubrió a esta especie y estableció la prioridad de *Ph. nicotianae* sobre otros sinónimos. En su publicación ha reportado que la mayoría de los aislamientos de *Ph. nicotianae* detienen su crecimiento a 5 y 35 °C y unos pocos crecen a 40 °C. Erwin & Ribeiro (1996) citan temperaturas cardinales mín. 5-7 °C, ópt. 27-32 y máx. 37°C. Watherhouse *et. al.* (1983) hallaron una temperatura ópt. 25° C- 30° C. Los resultados obtenidos en los ensayos coinciden con los citados en la bibliografía para la temperatura máxima y mínima y difieren para la temperatura mínima del aislamiento de difenbaquia, que no detuvo su crecimiento a los 5° C.

c) ***Chamelaucium uncinatum***: Hasta que se ajustó el manejo del riego y se adoptó el cultivo de flores para corte en camellones, en la zona platense se registró la pérdida de numerosas plantas, dado que es un cultivo que requiere suelo bien drenado y arenoso, características opuestas al tipo de argiudoles presentes en esta región. Aunque estas prácticas culturales se han adoptado y ha disminuido la intensidad de la enfermedad, las condiciones físicas del terreno favorecen la aparición de podredumbres basales causadas por *Phytophthora*, principal patógeno que afecta al cultivo de *Ch. uncinatum*. Año tras año, los cultivos son afectados manifestando síntomas de podredumbre basal y radicular. Desde 1995, se han reportado severas pérdidas de producción en plantas con diferente estadio de crecimiento; Wolcan & Lori (2001) basándose en las características de los primeros aislamientos cultivados en APG, identificaron al patógeno como *Ph. boehmeriae*. En 2004 plantas enfermas fueron recolectadas en 11 invernáculos de diferentes productores localizados en la misma área de cultivo. Los Postulados de Koch fueron cumplidos y el patógeno fue identificado en base a sus características morfológicas y culturales en APG como *Ph. nicotianae* Breda de Haan (Wolcan *et al.*, 2005). Los estudios moleculares efectuados durante esta investigación permitieron corroborar esta última identificación.

## ESPECIES HETEROTÁLICAS

### B. ESPORANGIOS NO PAPILADOS

#### ***PHYTOPHTHORA CINNAMOMI* Rands (1922).**

Los caracteres morfológicos observados coinciden con los presentados por Waterhouse (1963), Frezzi (1977), Stamps *et al.*, (1990) y Erwin & Ribeiro (1996), para *Ph. cinnamomi*. Se ubica en el Gupo VI (Waterhouse, 1963).

Rands (1922) describió una nueva especie de *Phytophthora* aislada de *Cinnamomum burmanni* en Sumatra, la que fue denominada como *Ph. cinnamomi*. Si bien previamente fue considerada sinónimo de *Ph. cambivora* (White, 1930; Mehrlich, 1936, citados por Erwin & Ribeiro, 1991), posteriormente ambas especies fueron reconocidas como diferentes (Waterhouse, 1963). Especie cosmopolita; produce podredumbre de raíces, tallos, canchales y marchitamientos. Afecta más de mil especies hospedantes de cultivos de importancia económica, principalmente árboles de madera dura. Zentmyer (1988) sugiere que la especie es indígena en el sureste de Asia y en el sur de África, y se extendió desde el Pacífico a América Latina en el siglo XVIII. Sin embargo, no hay una clara evidencia de cómo ocurrió esto (CABI/EPPO, 1991)

#### **1. ORIGEN DE LOS AISLAMIENTOS**

Fueron aislados: BCAS111-37.1.2 de plantas de *Casuarina cunninghamiana* Miq. (Casuarinas) procedentes de la Provincia de Entre Ríos recibidas en los laboratorios de FAUBA y CIDEFI-UNLP; BARS102-28 de *Vaccinium corymbosum* L. (arándanos), provenientes de Tucumán, recibido en el CIDEFI-UNLP; AAZ125-25.1, AAZ125-25.2 y AAZ125-25.3 de *Rhododendron indicum* (L.) Sweet (azaleas) de la localidad de Garín (Provincia de Buenos Aires) y de 2 viveros comerciales, de la ciudad de Buenos Aires y San Isidro, y BAC119-45 *Actinidia deliciosa* (Chev.) Liang & Ferg (kiwi), de plantas ubicadas en la localidad de Paternal (Ciudad de Buenos Aires).

## 2. SINTOMATOLOGÍA

**2.1. *Casuarina cunninghamiana*** (Casuarinaceae): Árbol de primera magnitud originario de Australia (Queensland y Nueva Gales del Sur). Es muy cultivado en las zonas templado cálidas de Argentina para la comercialización de su madera. Se utiliza en las costas del Delta del Paraná para fijar y evitar la erosión provocada por el oleaje, y está muy difundida su plantación perimetral a los cultivos como cortina rompevientos (Lahitte *et al.*, 1999).

En 2008, en el laboratorio de Sanidad Vegetal de la FAUBA se recibieron muestras de tallos y raíces de casuarina. Estas correspondían a plantas de dos años de edad cultivadas en contenedores y otras implantadas en el terreno, procedentes de Concordia (Provincia de Entre Ríos). Simultáneamente en el laboratorio del CIDEFI-UNLP también se recibieron muestras similares de la misma procedencia. Se dieron instrucciones al productor para documentar los síntomas típicos mediante la toma de fotografías. Las raíces presentaron severos síntomas de descortezamiento. En la observación *in situ* de la sintomatología en vivero, se hallaron numerosas plantas jóvenes 2-3 m de altura ubicadas en el cerco perimetral, presentando marcada clorosis y posterior desecamiento (Fig. 90a). Al descalzarlas mostraron necrosis radicular y descortezamiento (Fig. 90b). Las plantas creciendo en contenedores presentaron menor desarrollo radicular y oscurecimiento con eventual “adelgazamiento,” en la base de los tallos, típicos de podredumbre basal, que culminaron con la muerte de las plantas afectadas (Palmucci *et al.*, 2008b). En plantas adultas se observaron canchales en el tallo de aproximadamente 4-5 cm de largo por 1-2 de ancho (Fig. 91).

**Nota:** De los dos aislamientos con idénticas características se seleccionó uno (BCAS111) que fue utilizado en las inoculaciones y análisis moleculares.

**2.1.1. Pruebas de patogenicidad:** Para las inoculaciones se aplicó agar V8 con desarrollo del Oomycete, en contacto con las raíces de plantas de 11-12 meses creciendo en potes (método descrito en el ítem 5.2 en Materiales y Métodos). Luego de 30 días las plantas manifestaron amarillamiento y posterior necrosis de las “hojas” escamiformes ubicadas en las ramas superiores. Al descalzarlas se observó menor desarrollo y pudrición de raíces. Las plantas inoculadas sólo con agar permanecieron

sanas. De las lesiones se aisló un Oomycete de idénticas características al aislamiento inicial, confirmando la patogenicidad del aislamiento.

**2.2. *Vaccinium corymbosum* L.** (Ericaceae): Especie nativa del Hemisferio Norte. Su producción se inició en el país en 1994, expandiéndose hasta encontrarse en la actualidad en las provincias de Buenos Aires (Azul, Tandil, Mercedes), Entre Ríos (Gualedaychú, Concordia y Chajarí), Corrientes (Curuzú Cuatia), Río Negro (El Bolsón, Lago Puelo), Santa Fe y Tucumán (Famaillá). Sus producciones comerciales comenzaron a exportarse en el año 1997. Es un cultivo que requiere una muy alta inversión y que comienza a producir al tercer año, siendo su producción estable en el séptimo u octavo año de plantación. (Consejo Federal de Inversiones. Frutas finas. En: <http://www.cfired.org.ar/Default.aspx?nId=848> Consultado 7 de noviembre de 2013). Según señalan Vilella & Fizman (2004) citados por Wright *et al.* (2005), la fruta se consume tradicionalmente en el Hemisferio Norte (Estados Unidos, Canadá) y también en países europeos y asiáticos. En otoño-invierno cuando estos países quedan desabastecidos, el envío de fruta fresca desde Sudamérica permite lograr precios hasta cuatro veces mayores en contraestación.

En el 2007 en muestras de arándano cultivar Misty recibidas en el Laboratorio de Sanidad Vegetal (UNLP) se observaron plantas con clorosis y enrojecimiento foliar, pudrición de raíces, y rajaduras y lesiones necróticas en la corona. Otras muestras no presentaron síntomas en la parte aérea, evidenciando pudrición de raíces inferiores, pequeñas rajaduras longitudinales en la corona y desarrollo de raíces superficiales sanas. Las plantas procedían de la localidad de Francisco Estrada, Provincia de Tucumán.

**Nota:** El aislamiento BARS102 se usó para la caracterización morfológica y molecular. Por tratarse de una cepa de colección, las Pruebas de Patogenicidad ya se habían efectuado oportunamente con resultado positivo (Wolcan, com. pers.)

**2.3. *Rhododendron indicum*** (Ericaceae): Las azaleas son arbustos perennes cultivados en macetas o bolsones como planta de interior o exterior por su frondosa y variada floración. La azalea es una de las principales plantas ornamentales comercializadas en Argentina. Su producción se encuentra localizada en los alrededores de Buenos Aires y en Concordia, Provincia de Entre Ríos.

Durante recorridas efectuadas en primavera de 2009 en la localidad de Garín; en 2010, en un vivero de San Isidro y en 2012 en 2 viveros comerciales de la ciudad de Buenos Aires, se hallaron plantas con síntomas de marchitamiento. Las hojas de toda la parte aérea presentaban ambos bordes doblados hacia abajo a lo largo de toda la nervadura central. Las plantas secas mantenían las hojas adheridas en su totalidad. Al descalzarlas se observaron raíces necrosadas.

**2.3.1. Pruebas de patogenicidad:** La inoculación se efectuó aplicando agar V8 con desarrollo del Oomycete, en contacto con las raíces de plantines de 4-5 hojas creciendo en potes (método descrito en el ítem 5.2 en Materiales y Métodos). En las plantas inoculadas se reprodujo idéntica sintomatología a la hallada en cultivos enfermos. Los ejemplares creciendo en maceta de 15 cm de diámetro manifestaron síntomas de clorosis a los 10 días de la inoculación; luego paulatinamente las hojas fueron doblando el extremo de sus folíolos hacia abajo y adentro. Finalmente se necrosaron y permanecieron adheridas a la planta. Fue aislado un microorganismo de características iguales a las del aislamiento inicial, confirmándose la patogenicidad.

**2.4. *Actinidia deliciosa* (Actinidiaceae):** Planta trepadora de hojas caducas originaria de China, desde donde pasó a Nueva Zelandia siendo domesticada e iniciándose su comercialización. El fruto es una baya con propiedades altamente nutritivas. Se destaca como fuente de antioxidantes naturales, principalmente vitamina C (Nishiyama *et al.*, 2004), betacarotenos, luteína, antocianinas (Nishiyama, 2007) y minerales como Ca, Mg, K, y Fe (Ferguson, 2008). La Argentina no se autoabastece, importa de Chile la mayor parte del consumo interno debido a insuficiente producción local y a las grandes pérdidas durante la poscosecha. Se produce en varios países especialmente en China, Nueva Zelandia, Estados Unidos, Japón, Francia, Italia y Chile. En localidades de las cercanías de La Plata hay plantaciones comerciales.

En relevamientos efectuados en verano de 2010, se encontraron dos plantas adultas de kiwi, en plena producción, que manifestaban un acentuado marchitamiento de su parte aérea (campo demostrativo- cátedra de Fruticultura-FAUBA). En su base se observó un cancro basal en formación abarcando todo un lado de la planta en la línea del suelo, con cambio de coloración, aspecto húmedo y rajaduras longitudinales de diferente longitud (Fig. 92).

**2.4.1. Pruebas de patogenicidad:** (método descrito en el ítem 5.2 en Materiales y Métodos). A los tres días de la inoculación las hojas basales se tornaron cloróticas, dobladas hacia abajo y flácidas. La lesión se extendió al pecíolo y de allí al tallo, produciéndose defoliación. Los síntomas desarrollaron desde la base hacia las hojas apicales. Las plantas inoculadas presentaron menor cantidad de raíces por necrosis de las mismas (Fig. 93).

### 3. CARACTERIZACIÓN CULTURAL Y MORFOLÓGICA

**3.1. Caracterización de la colonia:** En APG a 20 °C formó colonias blancas, compactas, con abundantes hifas aéreas densas, de borde no definido, desarrollo tipo arrosado o tipo camelia. En AV8 el crecimiento fue de tipo lanoso, uniforme, ocupando todo el espacio entre la tapa y la superficie del medio de cultivo (colonia del aislamiento BCAS 111 Fig. 91 y detalle de colonias en Fig. 94). Para BARS112-28 (arándano), las temperaturas cardinales fueron: mín. 5 °C, ópt. 20-28 °C y máx. <35 °C (BCAS111.1 presentó su temperatura ópt. 20-24 °C). Su crecimiento promedio a 20 °C en APG fue de 21 mm/día para el aislamiento de casuarina y de 10 mm para el de arándano.

**Nota:** Estos resultados coinciden con los expresados por Waterhouse (1963) (mín. 5 °C, ópt. 24 -28 °C y máx. 32-34 °C) y están dentro de los rangos reportados por Zentmyer (1980) citado por Erwin & Ribeiro (1996), quien basado en numerosos estudios de temperaturas cita mín. 5-15 °C, ópt. 20-32,5 °C y máx. 30 -36 °C.

**3.2. Caracterización morfológica:** Micelio cenocítico, de tipo coraloide, toruloso medianamente ramificado con abundantes hinchamientos hifales. Clamidosporas, de paredes delgadas, globosas, esféricas, amarillentas, mayormente terminales ubicadas sobre un pedicelo grueso y corto, otras dispuestas lateralmente a la hifa, casi sésiles, generalmente en racimos de 3 a 8 clamidosporas, de 25-50  $\mu\text{m}$  ( $\bar{x}$ : 38  $\mu\text{m}$ ) diám. (Fig. 95). Las clamidosporas se formaron abundantemente en agua destilada estéril y en medios sólidos como APG y AHM, siendo éste un carácter diferencial para esta especie respecto de otras (Frezzi, 1950). Esporangios en medio líquido, elipsoidales u ovoides, no papilados, de base cónica o redondeada, no caducos, terminales. Los nuevos esporangios son producidos por proliferación interna, 45-25  $\mu\text{m}$ . No se observaron órganos sexuales, comportándose como especie de tipo heterotálica. *Ph. cinnamomi*

raramente produce órganos sexuales en un medio agarizado. No se pudo acceder a cepas “tester” de los grupos de apareamiento o “mating types”, por lo que se enfrentaron cepas de *Ph. cinnamomi* aisladas de los diferentes hospedantes. No formaron oosporas, ya que no hubo compatibilidad entre las cepas.

**Nota:** Erwin & Ribeiro (1996) citan para las clamidosporas medidas de 31-50  $\mu\text{m}$  diám. ( $\bar{x}$ : 41  $\mu\text{m}$ ), en tanto que Frezzi (1950) reporta 15-59  $\mu\text{m}$  diám. ( $\bar{x}$ : 38.5  $\mu\text{m}$ ), en aislamientos provenientes de *Pinus* sp, *Thuja* sp., *Cupressus* sp., *Rhododendron* sp. (Rododendros y azaleas), y *Platanus* sp. creciendo en AHM. Las medidas de los aislamientos obtenidos quedarían incluidas dentro de ese rango, coincidiendo con los valores medios. Para los zoosporangios se mencionan valores de 75,2-40,2  $\mu\text{m}$  (Ho & Zentmyer, 1977) y 23-63 x 15-38  $\mu\text{m}$  (Frezzi, 1950). En Chile, Larach (2009), en aislamientos de *Vaccinium corymbosum* (arándano) halló esporangios de 61 x 37  $\mu\text{m}$  y clamidosporas de 30  $\mu\text{m}$  diám. Las medidas propias para los esporangios se encuadran dentro de los valores informados por Frezzi (1950). Erwin & Ribeiro (1996) afirman que *Ph. cinnamomi* es una de las especies más fáciles de identificar por sus caracteres morfológicos como la presencia de agrupamientos característicos de hinchamientos hifales (“hyphal swelling”) o de clamidosporas en “clusters” semejantes a racimos de uvas.

#### 4. CARACTERIZACIÓN MOLECULAR

Fueron secuenciadas las regiones ITS4/ITS5 de los aislamientos BCAS111-37.1, BARS102-28 y AAZ125-25.1, revelando una homología del 100% con gran número de secuencias de *Ph. cinnamomi* en GenBank: EU000160 y KF682434 aisladas de *Rhododendron* en Suiza y Polonia, respectivamente; FJ801614 y FM956653 (aisladas de *Viburnum tinus*); GU111594 (aislada de *Persea Americana*); HQ643194, entre muchas. Comparada con la secuencia del ITS de la especie tipo NFJ801806 (CBS144.22), se observó una homología del 99,74 % (1 base-1 gap). *Ph. cinnamomi* se ubica filogenéticamente en el clado 7 (Blair *et al*, 2008).

- ✓ Las características de la colonia y de las estructuras reproductivas, permitieron identificar a los aislamientos BCAS111-37.1, BCAS111-37.2, BARS102-28; AAZ125-25.1, AAZ125-25.2, AAZ125-25.3 y BAC119-45, como pertenecientes a la especie *Ph. cinnamomi*. Los

estudios moleculares permitieron validar estos resultados. Las pruebas de patogenicidad demostraron que *Ph. cinnamomi* es el agente causal de *Podredumbre basal y de raíces*, y *Cancrosis en tallos de Casuarina cunninghamiana*, *Podredumbre basal del arándano*, *Podredumbre basal del kiwi* y *Marchitamiento de la azalea*.

- ✓ Se utilizan por primera vez estudios moleculares y de secuenciación para definir estas patologías. Se cita por primera vez en la región en estudio a *Ph. cinnamomi* afectando kiwi y azalea, y a casuarina en Concordia (Entre Ríos).

## 5. RANGO DE HOSPEDANTES Y DISTRIBUCIÓN MUNDIAL

Afecta 266 géneros en 90 familias (Farr & Rossman, 2014). Entre los principales hospedantes hallamos: *Persea americana* (palto) y *Ananas comosus* (ananá) donde ocasiona *Podredumbre de raíces y fruto*. También afecta *Castanea* sp., *Cinnamomum* sp., Coniferales, Ericaceae (incluyendo *Rhododendron* spp.), *Eucalyptus* sp., *Fagus* sp., *Juglans* sp., *Quercus* sp. y muchos árboles y arbustos ornamentales. En frutales de clima templado presenta menor importancia.

Se encuentra citado en los siguientes países Europa (Bélgica, España (incluyendo Islas Canarias), Francia (incluyendo Córsega), Grecia (excepto Creta), Irlanda, Israel, Italia, Marruecos, Países Bajos, Portugal (incluyendo Islas Azores), Reino Unido (Inglaterra), Rusia (Europea), Suiza, Turquía, Yugoslavia); Asia (China, Filipinas, India, Indonesia (Java, Sumatra), Israel, Japón, Malasia, Taiwán, Turquía, Vietnam); Africa (Burundi, Camerún, Congo, Côte d'Ivoire (Costa de Marfil), Gabón, Guinea, Kenya, Madagascar, Marruecos, Isla Reunión, Rwanda, Sudáfrica, Uganda, Zaire, Zambia, Zimbabwe) (CABI /EPPO, 1991). Según Hardham (2005) *Ph. cinnamomi* presenta probabilidades de infectar a más de 3.000 especies de plantas, incluyendo más de 2.500 especies nativas australianas.

De acuerdo a Farr & Rossman (2015) ([www.nt.ars-grin.gov/fungaldatabases](http://www.nt.ars-grin.gov/fungaldatabases)), los cultivos en estudio fueron citados en los siguientes países como hospedantes de *Ph. cinnamomi*:

En *Casuarina* spp., *Ph. cinnamomi* ha sido reportada afectando: *C. cunninghamiana* en Australia y *Casuarina* sp. en Brasil (Boa & Lenné, 1994), Nueva Zelanda (Boa & Lenné, 1994; Pennycook, 1989; Gadgil, 2005) y Sudáfrica (Crous *et al.*, 2000); *C. equisetifolia*, *C. stricta*, *C. torulosa*, *C. littoralis* y *C. fraseriana* en Australia y Nueva Zelanda (Boa & Lenné, 1994) y *C. glauca* en Nueva Zelanda (Pennycook, 1989; Gadgil, 2005).

En *Rhododendron indicum*, *Ph. cinnamomi* fue aislada en Nueva Zelandia (Pennycook, 1989, Gadgil, 2005). En *Rhododendron* spp. en Australia (Sampson & Walker, 1982; Cook & Dubé, 1989); Canadá (Ginns, 1986); China (Oudemans & Coffey, 1991, Langrell *et al.*, 2011); Estados Unidos (White, 1030; Tucker, 1933; White, 1933; White & Hamilton, 1935; Pirone, 1939; Jeffers *et al.*, 1951; Thorn & Zentmyer, 1954; Parris, 1959; Anonymous, 1960; Eglitis *et al.*, 1966; McCain, & Trujillo, 1967; Shaw, 1973; Linderman & Zeitoun, 1977; Benson *et al.*, 1982; Alfieri, 1984; Benson & Campbell, 1985; Grand, 1985; French, 1989; Oudemans & Coffey, 1991; Erwin & Ribeiro, 1996), Japón (Kobayashi, 2007), Nueva Zelandia (Pennycook, 1989), Polonia (Mulencko *et al.*, 2008), Sudáfrica (Crous *et al.*, 2000) y República Checa, (Mrazkova *et al.*, 2011).

*Ph. cinnamomi* afectando *Vaccinium corymbosum* ha sido citado en Estados Unidos (Royle & Hickman, 1963; Milholland & Galletta, 1967; Sterne, 1982); Canadá (Lévesque *et al.*, 1998), Chile (Larach, 2009), Italia (Tamietti, 2003), Nueva Zelanda (Pennycook, 1989; Gadgil, 2005).

En *Actinidia deliciosa* fue citada en Nueva Zelanda, Estados Unidos (Conn *et al.*, 1991); Francia (Baudry *et al.*, 1991), Chile (Latorre *et al.*, 1991). Argentina (Hongn *et al.*, 2003); Australia (Pennycook, 1989; Gadgil, 2005).

Garbelotto *et al.* (2006) informaron sobre una importante epidemia causada por *Ph. cinnamomi* en bosques naturales de *Quercus agrifolia* Nee., en San Diego, Estados Unidos, con síntomas típicos de podredumbre del tallo y raíz. Recientemente *Ph. cinnamomi* ha sido reportada en Egipto afectando plantaciones de Kiwi (Haggag, 2013).

## 6. ANTECEDENTES EN ARGENTINA

Se aisló por primera vez en 1946 en la ciudad de Córdoba (Provincia de Córdoba), de árboles de *Pinus radiata* (= *Pinus insignis*), *Cupressus* sp. y *Thuja* sp. de dos años de edad, presentando síntomas de podredumbre radical. Posteriormente en 1949, se lo identificó como el agente causal de necrosis de raíces y tallos de cultivos de *Rhododendron* sp. y *Azalea* sp., creciendo bajo umbráculos, y de canchros en tallos de plantas adultas de *Platanus orientalis*, situados en la localidad de Campana (Provincia de Buenos Aires) (Frezzi, 1950). En 1952 (Frezzi, 1977) lo aisló de canchros en tallo y cuello de *Casuarina* sp. en la Provincia de Buenos Aires, y posteriormente, fue reportada por Backarcic (1961) en el Delta del Paraná (Inta Delta), afectando *C. equisetifolia*, *C. glauca* y *C. colina*. Hongn *et al.*, (2003) informaron la presencia de *Ph. cinnamomi* afectando cultivos de *Vaccinium corymbosum* en las provincias de Salta y Tucumán. Otros hospedantes citados en Argentina son: *Calycanthus floridus* (calicanto), *Castanea sativa* (castaño), *Cupressus* sp. (ciprés), *Echeveria gibbiflora* (lengua de vaca), *Eucalyptus rostrata* (eucalipto), *Iresine* sp. (aquiranto rojo), *Juglans regia* (nogal), *Ligustrum lucidum* (ligustro), *Solanum lycopersicum* (tomate), *Persea americana* (palto), *Phaseolus lunatus* (poroto manteca), *Pittosporum tobira* (azarero), *Platanus orientalis* (plátano), *Salix caprea* (sauce japonés), *Pinus radiata-insigne* (pino insignis), *Schinus molle* (aguaribay), *Sedum* sp. (sedum), *Spiraea cantoniensis* (corona de novia), *Thuja* sp. (tuya) (Frezzi, 1950, 1977). La Tabla 6 correspondiente a *Phytophthora* spp. amplía esta información.

## 7. COMENTARIOS

a) Kröber & Marwitz obtienen un aislamiento de lesiones de la base del tallo de *Beaucarnea spectabilis*, creciendo en invernáculos en Alemania. Este fue identificado como *Ph. cinnamomi* var. *parvispora* Kröber & Marwitz, para diferenciarlo de *Phytophthora cinnamomi* Rands (Kröber & Marwitz, 1993, citado por Erwin & Ribeiro, 1996). Los autores fundamentan estas diferencias en el menor tamaño de los esporangios y clamidosporas y en una temperatura de crecimiento más alta, entre 36-37 °C. A esta propuesta se plantean algunas objeciones: el tamaño de los esporangios es influido por muchos factores, por consiguiente el tamaño de *Ph. cinnamomi* var. *parvispora* podría estar dentro del rango de variabilidad normal (Erwin & Ribeiro,

1996). Con respecto a la temperatura, Zentmyer (1980), considerando numerosos reportes para *Ph. cinnamomi*, mencionó rangos de temperatura máxima entre 30 y 36 °C (Erwin & Ribeiro, 1996). Blair *et al.* (2008) mencionaron que: “existe una considerable distancia genética entre *Ph. cinnamomi* y *Ph. cinnamomi* var. *parvispora*, sugiriendo que hubo poco o ningún flujo de genes entre estos dos linajes, y que con mayor análisis esta variedad potencialmente podría ser elevada a la condición de especie”. Recientemente, *Ph. cinnamomi* var. *parvispora* fue reconocida como una nueva especie: *Ph. parvispora* Scanu & Denman (Scanu *et al.*, 2014).

b) *Ph. cinnamomi* fue citada ocasionando canchales en tallo y cuello de *Casuarina* sp. en la Provincia de Buenos Aires, en 1952 (Frezzi, 1977) y afectando *C. equisetifolia*, *C. glauca* y *C. colina* (Backarcic, 1961) en el Delta del Paraná (INTA-Delta). Esta es la primera cita de *Ph. cinnamomi* como patógeno de *C. cunninghamiana* en campos de la Provincia de Entre Ríos. Si bien *Ph. cinnamomi* fue identificada por Frezzi en 1950, afectando azaleas, ésta es la primera determinación por técnicas moleculares que confirma la presencia de esta especie afectando azaleas de la Provincia de Buenos Aires. Se destaca la importancia de utilizar técnicas moleculares en aislamientos provenientes de *Rhododendron* y otras Ericaceae debido a que son numerosas las especies de *Phytophthora* que pueden afectarlos (Thompson & Johnston, 1953; Werres *et al.*, 2001; Donahoo *et al.*, 2006; Scott *et al.*, 2009).

b) Royle & Hickman (1963) citado por Larach *et al.* (2009), identificaron a *Ph. cinnamomi* asociado a raíces de arándano causando podredumbre radicular. Anteriormente Ranieri (1961), reportó a *Phytophthora* sp. como el patógeno responsable del amarillamiento de hojas y defoliación temprana, necrosis radicular y decoloración vascular de la corona y los tallos de este cultivo. También fue citado en cultivos enfermos de arándanos de Carolina del Norte (Estados Unidos) (Clayton & Haasis, 1964; Milholland & Galleta, 1967, citados por Larach *et al.*, 2009) y de Italia (Tamietti, 2003). Entre otros síntomas se citan enrojecimiento de las hojas, defoliación, detención del crecimiento y cañas terminales más pequeñas, sistema radicular con menor desarrollo y áreas necróticas y oscuras (Royle & Hickman, 1963; Clayton & Haasis, 1964; Milholland & Galleta 1967; Draper *et al.*, 1971; Milholland, 1975; Sterne, 1982; Clark *et al.*, 1986; De Silva *et al.*, 1999; Smith, 2002, 2006, 2007; Bryla & Linderman, 2007 citados por Larach *et al.*, 2009).

Los síntomas desarrollados por las plantas inoculadas coincidieron con los síntomas de campo comúnmente descritos para la pudrición de la raíz por *Phytophthora*. Sin embargo, los síntomas hallados en la corona sólo han sido informados en unos pocos casos (Raniere, 1961; Milholland, 1995; Tamietti, 2003; Larach *et al.*, 2009).

Son numerosas las especies de *Phytophthora* citadas afectando este cultivo. *Ph. cinnamomi* sólo ocasiona síntomas en raíces y marchitamiento generalizado, no se halla citado *dieback*. Este síntoma es comúnmente causado por *Ph. cactorum*, *Ph. citricola* y *Ph. citrophthora*.

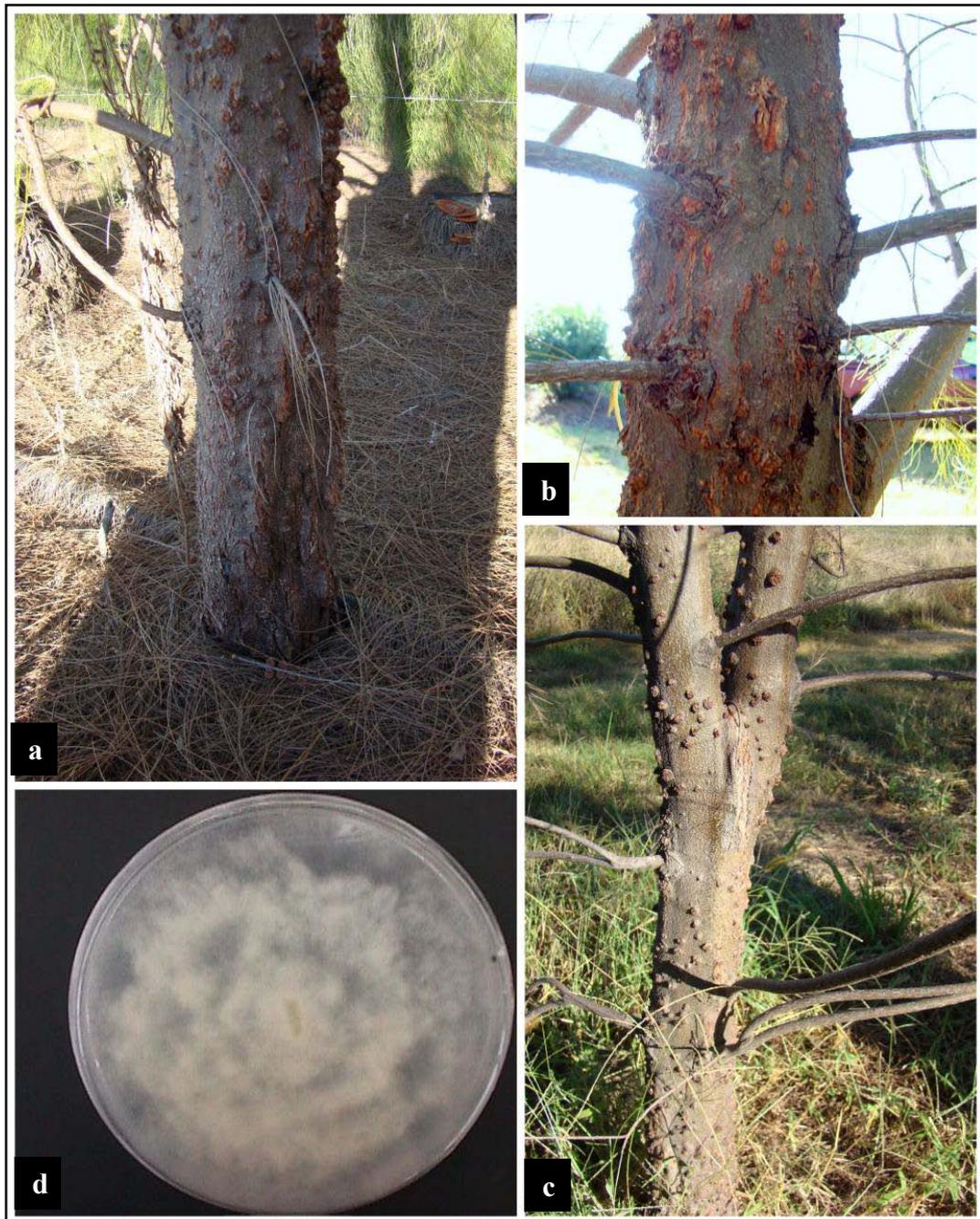
Plantas de arándano, con menor crecimiento, hojas cloróticas y rojizas, asociado a una severa pudrición de cuello y raíz, se observaron en cultivos de la zona de Valparaíso, Chile. Los resultados de las investigaciones demostraron la presencia de cepas patógenas de *Ph. citrophthora* asociados con las plantas enfermas (Larach *et al.*, 2009). En Argentina, Hongn *et al.* (2003) informó la presencia de *Ph. cinnamomi* afectando arándanos de la Prov. de Tucumán. *Phytophthora* sp. se aisló de raíces de plantas de arándano con amarillamiento de hojas, necrosis de raíces y escaso crecimiento provenientes de Mercedes y Pilar (Prov. de Buenos Aires) y Concordia (Prov. de Entre Ríos) (Wright *et al.*, 2005).

***PHYTOPHTHORA CINNAMOMI***



**Fig. 90: *Casuarina cunninghamiana*.** a) Cortina de plantas jóvenes con síntomas de clorosis y desecamiento. b) Presencia de canchros en la base del tronco y reducción del sistema radicular (izq.) al lado de una planta sana.

***PHYTOPHTHORA CINNAMOMI***



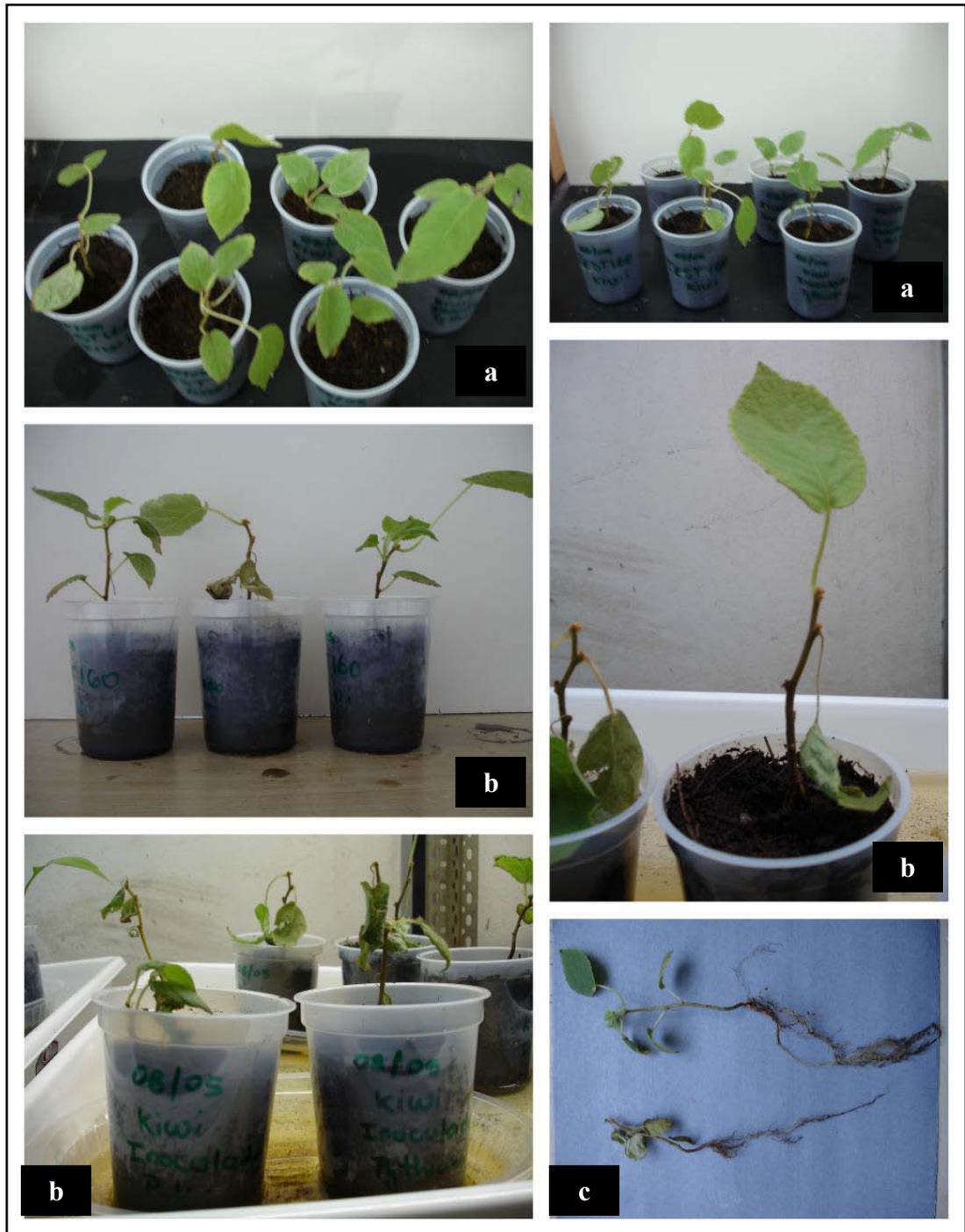
**Fig. 91:** *Phytophthora cinnamomi*: a) Cancro basal en planta adulta. b, c) Cancros en el tallo. d) Desarrollo de una colonia de 10 días en APG.

*PHYTOPHTHORA CINNAMOMI*



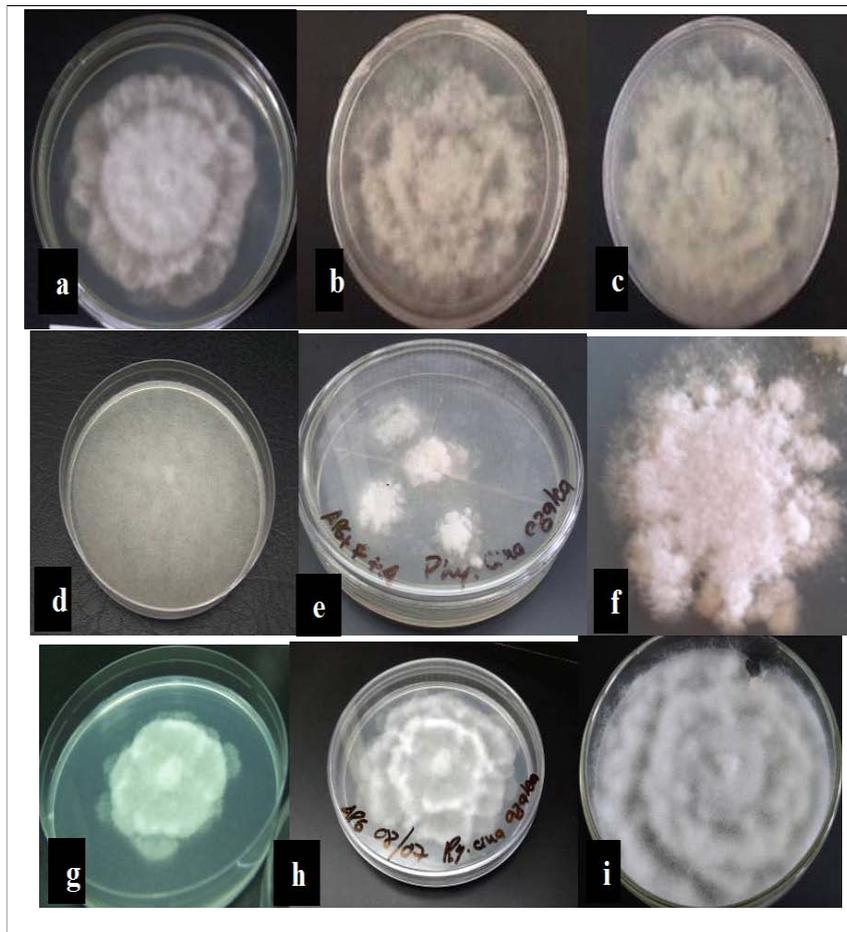
**Fig. 92:** *Actinidia deliciosa*. a) Planta con severo marchitamiento de la parte aérea. b, c) Cancros basales con rajaduras longitudinales y aspecto húmedo.

***PHYTOPHTHORA CINNAMOMI***



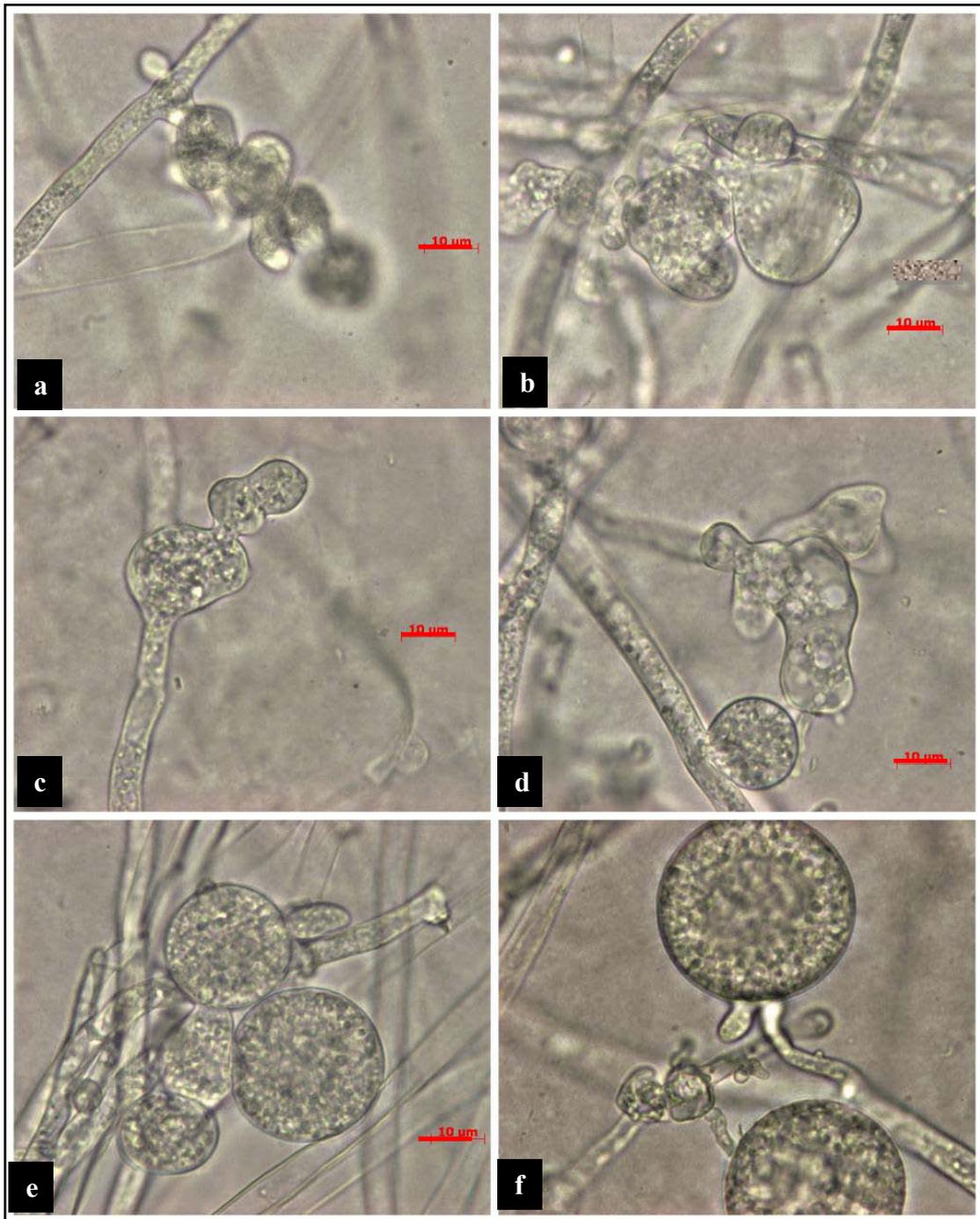
**Fig. 93:** *Actinidia deliciosa* afectada por *P. cinnamomi*: a) Plantines testigo sanos. b) Plantines inoculados con síntomas de clorosis desde la base al ápice. c) Plantines descalzados: Arriba, planta testigo. Abajo plantas inoculadas con evidente disminución del sistema radicular.

## *PHYTOPHTHORA CINNAMOMI*



**Fig. 94:** *Ph cinnamomi*. Desarrollo de aislamientos obtenidos de los distintos hospedantes: *Casuarina cunninghamiana*. a-c) Colonia blanca compacta de tipo arrosetado o camelia, de 3, 7 y 10 días de desarrollo en APG (izq. a der.). d) Colonia lanosa uniforme creciendo en AV8. *Rhododendron indicum*. e) Colonia típica de 3 días en APG con fungicidas y antibióticos. f) Detalle de una colonia. g) Aislamiento en APG con desarrollo de 5 días. h) Colonia de 9 días. *Vaccinium corymbosum*. i) Aislamiento de 10 días en APG.

***PHYTOPHTHORA CINNAMOMI***



**Fig. 95:** *Phytophthora cinnamomi*. a-c) Hinchamientos hifales. d) Clamidospora sésil e hinchamientos hifales. e-f) Clamidosporas esféricas, de pared delgada agrupadas, ubicadas sobre pedicelo corto o sésiles.

## ***PHYTOPHTHORA CRYPTOGEA* Pethybridge & Lafferty (1919)**

Los caracteres morfológicos y culturales observados en los aislamientos coincidieron con los descriptos por Waterhouse (1970); Frezzi (1977); Stamps *et al.*, (1990) y Erwin & Ribeiro (1996), para *Ph. cryptogea* Pethybridge & Lafferty. Los resultados de los estudios moleculares permitieron corroborar que una de las cepas aisladas corresponde a la especie *Ph. cryptogea*, siendo otra identificada como *Ph. aff. cryptogea*.

Fue descrita por primera vez por Pethybridge & Lafferty (1919) en Irlanda. El aislamiento procedía de plantas de tomate afectadas por *Podredumbre del pie*. Es una especie cosmopolita que ocasiona *damping off*, podredumbre de raíces, tallos, cormos, hojas y marchitamientos (<http://www.Phytophthoradb.org/index.php>). Principalmente es patógeno de cultivos ornamentales, hortícolas y frutales. Se han obtenido aislamientos desde plantas, suelo y agua. La población de esta especie ha mostrado especialización fisiológica en la patogenicidad hacia distintos hospedantes (Erwin & Ribeiro, 1996).

### **1. ORIGEN DE LOS AISLAMIENTOS**

**1.1** Se obtuvieron los aislamientos BGP106-32 (Colección Wolcan, 2006) y BGM107-33 (Colección Wolcan, 2008) a partir de *Gerbera jamesonii* H. Bolus ex Adlam (gerbera), con síntomas de podredumbre de cuello y raíces, creciendo en suelo bajo invernáculos comerciales ubicados en las zonas de Abasto y La Plata (provincia de Buenos Aires) y BGD121-47, a partir de un cultivo creciendo en sustrato preparado comercialmente, bajo invernáculo experimental de la FAUBA (Villa Devoto) (Colección FAUBA 2007).

### **2. SINTOMATOLOGÍA**

**2.1. *Gerbera jamesonii*** (Asteraceae): Planta perenne cultivada principalmente en los alrededores de La Plata. Su producción se efectúa en invernaderos destinados al cultivo de flor para corte y en viveros para cultivo en macetas. Anualmente los cultivos son afectados por la enfermedad conocida como *Podredumbre de raíz y corona*, la más

limitante de la producción de gerbera en el mundo (Orlikowski *et al.*, 1984 citado por Erwin & Ribeiro, 1996) y en el país (Wolcan *et. al.*, 2000; Wolcan & Ronco, 2006).

Produce síntomas en diferentes estados de desarrollo de las plantas. La enfermedad aparece desde la década de los 90, habiéndose convertido en endémica en la región de cultivo. Las plantas afectadas presentan síntomas de marchitez, semejantes a los ocasionados por stress hídrico. Las hojas se tornan flácidas, de color verde grisáceo y suelen enrollarse hacia abajo. En raíces y tallos, desarrollan síntomas de manchas húmedas, que terminan produciendo la pudrición de los tejidos. Las plantas se descalzan con facilidad debido a que el sistema radicular se encuentra desintegrado. La ausencia de raíces provoca rápidamente su muerte. En el cultivo, en gran parte de los canteros se observan manchones con plantas “volcadas” en el suelo (Fig. 96).

**2.1.1. Pruebas de patogenicidad:** En oportunidad de identificarse por primera vez esta patología se efectuaron las inoculaciones sobre plantas adultas de variedades de gerbera para flor de corte, comprobándose la patogenicidad del aislamiento (Wolcan & Ronco, 2006). Con la finalidad de continuar su estudio, en esta tesis se inocularon variedades de gerbera para cultivo en maceta (Pink) y para comercializar como flor de corte (Testa). Como inóculo se aplicó en contacto con las raíces, el medio de cultivo compuesto por arroz, perlita y salvado de trigo (1:1:1) humedecido con jugo AV8 diluido, con desarrollo del Oomycete, utilizándose el aislamiento BGM107-33 (método explicado en ítem 5.3c de Materiales y Métodos). Las plantas de cultivo para maceta se mostraron más susceptibles, manifestando síntomas más rápido que las variedades para flor de corte. *Ph. cryptogea* se comportó agresivamente, causando síntomas de decaimiento a los 4-7 días y mortandad de plantas a partir de los 6-8 días (Fig. 97).

## 8. CARACTERIZACIÓN CULTURAL Y MORFOLÓGICA

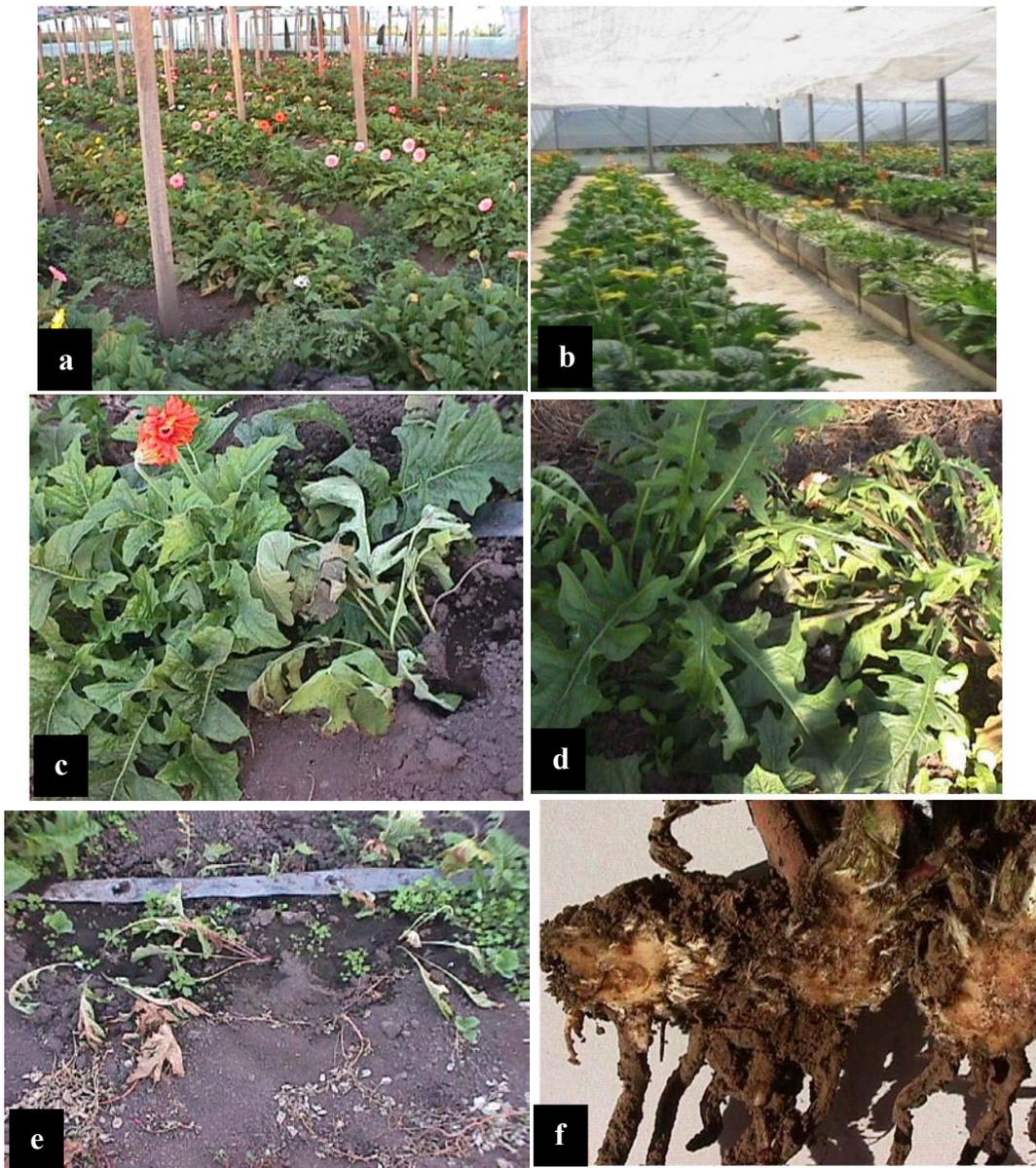
Se caracterizaron BGP106-32 y BGM107-33; BGD121-47 se contaminó y por tal motivo se eliminó de la colección.

**3.1 Caracterización de la colonia:** En los dos aislamientos las colonias fueron semejantes: En APG el desarrollo fue compacto, de borde liso, lobulado (tipo petaloide) de crecimiento lento, más aún en medio con antibióticos y fungicidas (Fig. 97). En AV8 el desarrollo fue más tenue, con pocas hifas aéreas, conservando la forma petaloide. La

temperatura fue de máx. 32 °C; ópt. 24-28 °C y mín. 4 °C. El crecimiento promedio a 28 °C fue de 14,4 mm /día.

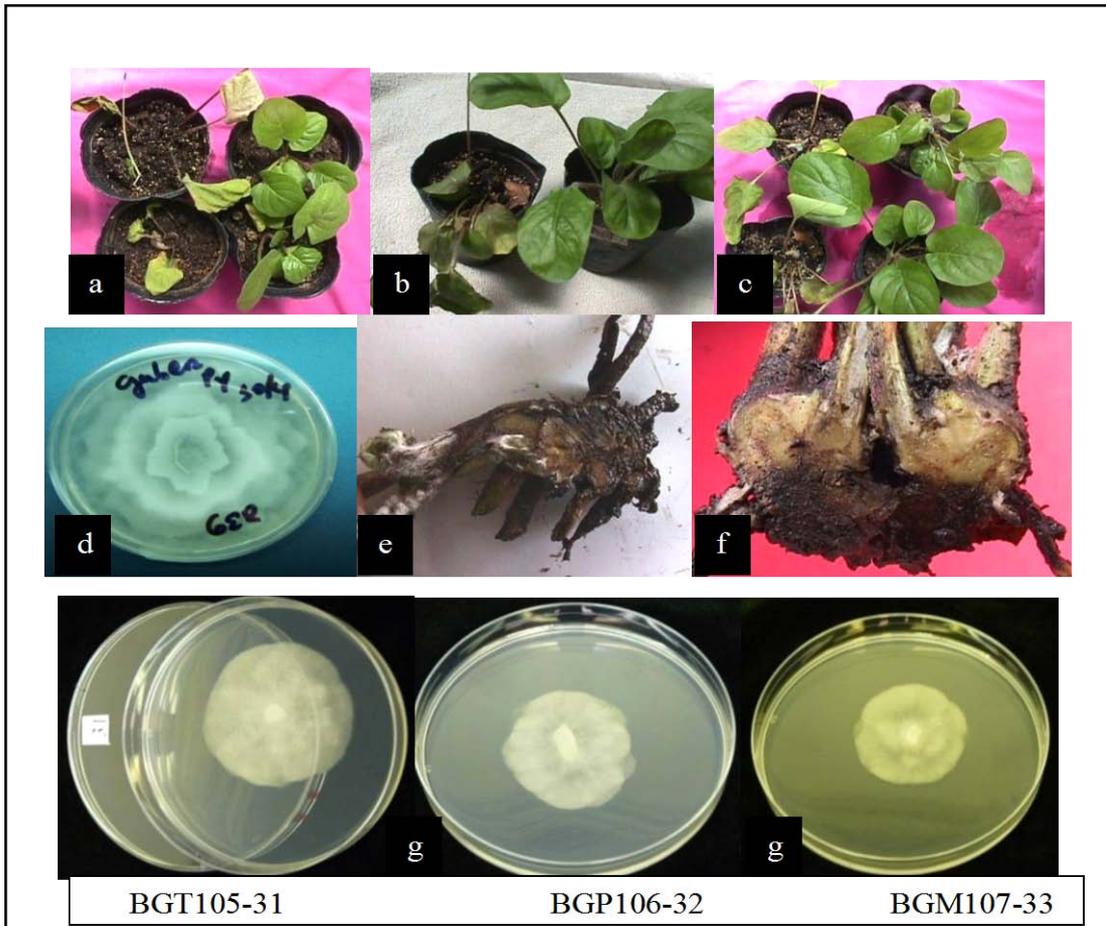
**3.2. Caracterización morfológica:** Micelio hialino, no septado, con hinchamientos hifales agrupados o dispuestos en forma de rosario, de hasta 24  $\mu\text{m}$ . No se produjeron estructuras reproductivas asexuales ni sexuales en medios sólidos. La siembra de trocitos de APG (5 x 5 mm) con desarrollo de micelio, en agua destilada estéril o principalmente en solución de suelo estéril, permitió la producción de esporangios y una mayor cantidad de hinchamientos. Esporangios no papilados principalmente obpiriformes y ovoides, con base redondeada, ápice aplanado, persistentes, sobre esporangióforos con proliferación interna, medidas entre 26-55x17-28  $\mu\text{m}$  (Fig. 98). No se observaron clamidosporas. Los apareamientos en APG entre las tres cepas aisladas no formaron oosporas ni órganos sexuales por lo cual pertenecerían al mismo grupo de apareamiento (*mating type*). Todos los aislamientos se comportaron como heterotálicos. *Ph. cryptogea* se ubica en el Grupo VI de la clasificación de Waterhouse (1963) en base a sus caracteres morfológicos.

## *PHYTOPHTHORA CRYPTOGEA*



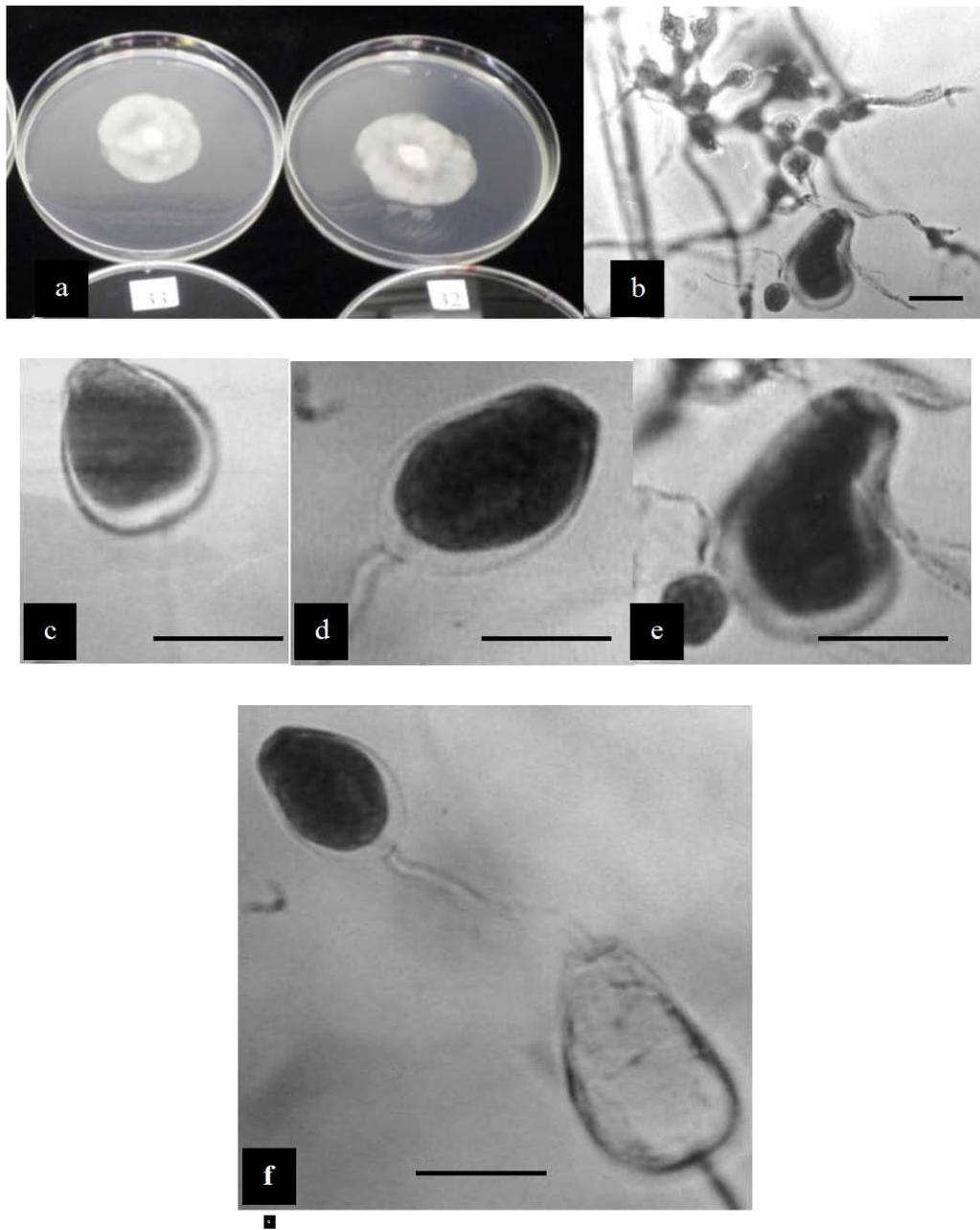
**Figura 96:** *Gerbera jamesonii*. a) Cultivo tradicional de gerbera, en suelo. b) Cultivo en contenedores con sustrato artificial. c, d) Plantas con síntomas de clorosis y e) Marchitamiento. f) Rizomas afectados con podredumbre de la corona y raíces.

## PHYTOPHTHORA CRYPTOGEA



**Fig. 97:** *Gerbera jamesonii* inoculada con *Phytophthora cryptogea*: Plantas afectadas y testigos. a) Variedad para maceta a 4 días de la inoculación b, c) Variedades para corte a los 6 y 7 días. d) Colonia a los 8 días en APG a 20 °C. e, f) Síntomas en plantas adultas. Rizomas de gerbera con podredumbre de raíces y presencia de signo. g) Tres colonias idénticas a los tres días, creciendo en APG+PARB, procedentes de *G. jamesonii* de diferentes localidades, BGT105-31 identificada con técnicas moleculares como *Ph. taxon kelmania*, BGP106-32 como *P. aff. cryptogea* y BGM107-33 como *Ph. cryptogea*.

## *PHYTOPHTHORA CRYPTOGEA*



**Fig 98:** *Phytophthora cryptogea*. a) Colonias de *Phytophthora cryptogea* aisladas de *Gerbera jamensonii* (BGM107-33) (izquierda) y de *Ph. aff. cryptogea* (BGP106-32) (derecha), a tres días de la siembra en APG+PARB. b) Hinchamientos hifales redondeados e irregulares en rosario o agrupados, laxos y un esporangio c, d) Esporangio no papilado, persistente, de base redondeada, ovoide. e) Obpyriforme. f) Formación de un esporangio por proliferación interna. BAR= 20 μm.

## 9. CARACTERIZACION MOLECULAR

Como resultado de la secuenciación de las regiones ITS4/ITS5 de los dos aislamientos (BGP106-32, BGM107-33) se obtuvieron secuencias consenso que coincidieron con numerosas secuencias del GenBank. Para BGM107-33 se halló 100 % de homología con aislamientos representativos de *Ph. cryptogea* como: FJ802022, GQ428326, EU194427; 99,85% con GU259474, GU258663, FJ801800 y FJ801988 con 1 base diferencia; 99,4%, 4 bases de diferencia con *Ph. cryptogea* HQ643216 (Ex type CBS 11319). En el caso de BGP106-32, este no se alinea totalmente con *Ph. cryptogea*, por lo cual hasta tanto se obtengan secuencias con otro marcador se deberá tratar como *Ph. aff. cryptogea*. Filogenéticamente se ubica en el Clado 8a de Blair *et al.* (2008).

- ✓ Por lo tanto, la caracterización morfológica y cultural de las cepas aisladas BGP106-32, BGM107-33 y la homología de las secuencias obtenidas frente a secuencias del GenBank, junto con el resultado de las pruebas de patogenicidad, permiten concluir que estos aislamientos causantes de la *Podredumbre de raíces y corona de gerbera* corresponden a *Ph. aff. cryptogea* y a *Ph. cryptogea*, respectivamente.

## 5. RANGO DE HOSPEDANTES Y DISTRIBUCIÓN MUNDIAL

*Ph. cryptogea* afecta a un amplio rango de hospedantes de cultivos a campo y bajo invernáculo (141 géneros en 49 Familias), entre otros: *Cichorium intybus* (achicoria), *Medicago sativa* (alfalfa), *Matthiola incana* (alhelí), *Papaver rhoeas* (amapola), *Aster* sp. (aster), *Solanum melongena* (berenjena), *Carthamus tinctorius* (cártamo), *Castanea sativa* (castaño), *Allium cepa* (cebolla), *Cineraria maritima* (cineraria), *Cupressus* sp. (cipreses), *Chamaecyparis* sp. (chamaecyparis), *Chrysanthemum morifolium* (crisantemo), *Cucurbita* spp., *Dahlia* spp. (dalia), *Spinacia oleracea* (espinaca), *Gerbera jamesonii* (gerbera), *Helianthus annuus* (girasol), *Sinningia speciosa* (gloxinia), *Gypsophila paniculata* (gipsofila), *Hebe speciosa* (hebe), *Dimorphoteca fruticosa* (osteosperma), *Solanum tuberosum* (papa), *Petunia hybrida* (petunia), *Phaseolus vulgaris* (poroto), *Rhododendron* spp. (rododendro), *Tagetes patula* (tagetes), *Lycopersicon esculentum* (tomate), *Tulipa* spp. (tulipán), *Zinnia elegans* (zinnias) (Farr & Rossman, 2014).

*Ph. cryptogea* ha sido reportado en África (Egipto, Sudáfrica, Zimbabwe); Asia: (China, Corea, Israel, Irán, Japón, Jordania, Pakistán, Taiwán y Turquía); Australia (Nueva Gales del Sur, Queensland, Australia del Sur, Victoria, Australia Occidental, Tasmania, Nueva Zelanda y Papua Nueva Guinea); Europa (Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Checoslovaquia, Croacia, Dinamarca, Escocia, España, Francia, Gran Bretaña e Irlanda del Norte, Grecia, Hungría, Italia, Islas del Canal, Jersey, Noruega, Países Bajos, Polonia, Rusia, Serbia, Suecia y Yugoslavia); América del Norte (Canadá, Columbia Británica, Ontario, Estados Unidos) y América del Sur (Argentina, Brasil, Chile, Ecuador y México) (CABI, 1985; Farr & Rossman, 2014).

Diferentes investigaciones han sido publicadas en otros países sobre *Ph. cryptogea* afectando cultivos ornamentales que predominan en la zona en estudio. Una de las primeras investigaciones fue realizada por Williams (1927), citado por Frezzi (1957) quien identificó a *Ph. cryptogea* como causante de marchitez de plantas adultas de *Aster* sp. con podredumbre de raíces, al estudiar un aislamiento de colección de 1915, en cultivos de Inglaterra. Registros posteriores pueden hallarse en la amplia y detallada revisión efectuada por Erwin & Ribeiro (1996): *Ph. cryptogea* fue citada causando muerte de plantas adultas de *Antirrhinus majus* (conejiño), *Callistephus chinensis* (aster de la China); *Cinerea* sp. y *Papaver nudicaule* (amapola) con necrosis de la base del tallo y raíces; provocando podredumbre radicular en *Gladiolus* sp. (gladiolo); podredumbre de raíces, bulbo y atizonamiento de *Tulipa* sp. (tulipán); podredumbre de raíces en *Chrysanthemum morifolium* (crisantemo), *Dianthus caryophyllus* (clavel) y *Dianthus barbatus* (clavelina) y marchitamiento en *Gypsophila paniculata* (gipsofila).

En los últimos años ha sido reportada en: África afectando *Osteospermum* sp. (dimorfoteca) (MacLeod & Coertze, 2007); en Polonia, como patógeno de *Forsythia intermedia* (forsitia) en camas de enraizamiento (Orlikowski & Ptaszek, 2009) y de *Aquilegia arendsii* (aquilegia), *Saxifraga paniculata* (saxífraga) y *Sempervivum arachnoideum* (siempre viva) (Ptaszek, 2010).

También están citadas muchas hortalizas que se cultivan en el Cinturón verde La Plata-Buenos Aires y pueden ser hospedantes alternativos (Erwin & Ribeiro, 1996).

Farr & Rossman (2014) hacen referencia a que *Gerbera jamesonii*, se encuentra citada como hospedante de *Ph. cryptogea* en USA (Tompkins & Tucker, 1937), Australia (Kaewruang *et al.*, 1998), Nueva Zelanda (Robinson, 1997), Alemania (Pag, 1960), Polonia (Orlikowski, 1976, 1977). En *Gerbera* sp. fue citada en Nueva Zelanda (Say, 1963), Holanda (Wegman, 1966), Irán (Ershad, 1971), USSR (Rusia) (Kulibaba, 1972) y Grecia (Kouyeas & Chitzanidis, 1978).

## 6. ANTECEDENTES EN ARGENTINA

En 1952 y en 1956, plantas grandes de álamo (*Populus simonii*) presentaron raíces necrosadas y canchros en cuello y tronco, haciendo peligrar el desarrollo de esta especie en la provincia de Mendoza. Frezzi recibió los aislamientos y los identificó como pertenecientes a las especies *Ph. citrophthora* y *Ph. cryptogea* (Frezzi, 1957), predominando la última y siendo ésta su primera cita en el país. También en Mendoza se aisló ocasionando podredumbre de raíces y muerte de plantas de *Callistephus chinensis* (aster de la China) (Pontis & Feldman, 1959); en Córdoba causando la muerte de plantas grandes de *Acer negundo* (acer) con podredumbre de raíces y cancro basal (Frezzi, 1952 en Frezzi, 1977); en la provincia de Buenos Aires afectando *Ipomea batatas* (batata) (Mitidieri, 1971, citado por Nome *et al.*, 2014) y cultivos de gerbera con podredumbre basal y radicular (Wolcan *et al.*, 2000). Además, se registró causando *Podredumbre de raíces y cuello del girasol* (*Helianthus annuus*) y afectando plántulas y raíces de *Allium cepa* (cebolla), frutos de *Cucurbita moschata* (zapallo Anco, Anquito) y *Cucurbita maxima* (zapallito de tronco) (Kiehr *et al.*, 2002). Posteriormente varias podredumbres basales, en *Actinidida deliciosa* (kiwi), *Gerbera jamesonii* (gerbera), *Ocimum basilicum* (albahaca), *Callistephus chinensis* (Aster de la China) y *Salvia officinalis* (salvia) fueron informadas por Wolcan & Ronco (2006). Palmucci *et al.* (2011a), caracterizaron molecularmente a los aislamientos obtenidos de gerbera corroborando su identidad. Lucero *et al.* (2011), aplicando técnicas moleculares, identificaron a *Ph. cryptogea* provocando *decaimiento y amarillamiento del follaje* del *Prunus* sp. (cerezo) en Mendoza. No se hallaron antecedentes de otras especies de *Phytophthora* afectando *Gerbera jamesonii* (Tabla 6).

## 7. COMENTARIOS

*Ph. cryptogea* es morfológicamente muy similar a *Ph. drechsleri*. Sobre la base de los valores de la temperatura máxima de crecimiento a 35 °C (Tucker, 1931 citado por Erwin & Ribeiro, 1996), la morfología y fisiología (Bumbieris, 1974; Ho & Jong, 1986), los estudios serológicos (Halsall, 1976), la conducta de apareamiento, los patrones de proteína (Shepard, 1978; Matsumoto & Sato, 1979 citados por Erwin & Ribeiro, 1996), las isoenzimas y patrones de ADNmt RFLP (Mills, 1991), temperaturas cardinales y tasa de crecimiento (Ho & Jong, 1991), las formas de esporangios (bases cónicos o redondeados) y los tamaños, han hecho que estas dos especies hayan sido consideradas alternativamente como diferentes o como sinónimos a lo largo de los años y los distintos estudios (Erwin & Ribeiro, 1996).

Mills *et al.* (1991) concluyeron que la unificación de las especies no se justificaba, en lugar de ello sus datos indican que hay al menos siete grupos genéticos distintos dentro de estas dos especies. Asimismo Ho & Jong (1991) caracterizaron un amplio número de cepas y redescubrieron en base a esto a la especie *Ph. cryptogea*: la base del esporangio redondeada o en ángulo (tipo cerrada) no sería un carácter diferencial, el rango de temperaturas cardinales sería más amplio: 0-5 °C, 20-25 °C, 30-35 °C; y la tasa de crecimiento diaria a 35 °C debería superar los 3 mm /día, siendo en agar V8 clarificado de 5-10 mm por día a 20 °C.

Posteriormente Cooke *et al.* (2000), basados en el análisis molecular de numerosas cepas, comprobaron que estas dos especies son diferentes. La aplicación de las técnicas moleculares de secuenciación es, en estos casos, una herramienta útil y definitiva de la identidad de las especies. La estadística, como herramienta de análisis unida a la biología molecular, permitió que Olson *et al.* (2011) a través de estudios de coalescencia y parsimonia de 68 aislamientos de *Ph. cryptogea* y *Ph. drechsleri*, concluyeran que ambas son especies hermanas que provienen de un ancestro en común, del cual se han separado recientemente, estando aún en etapa de especialización. Esta propuesta deberá ser estudiada y analizada más exhaustivamente.

De acuerdo a lo expuesto, considerando el criterio de diferenciar a las especies por la temperatura (Ho & Jong, 1991; Tucker, 1931, citado por Erwin & Ribeiro, 1996), las cepas de este estudio provenientes de gerbera crecieron hasta los 32 °C y el

aislamiento de kiwi hasta los 35 °C, siendo el crecimiento de ambos a esa temperatura 15 mm /día, valores poco significativo según lo citado por Ho & Jong (1991) y por lo tanto los dos aislamientos corresponderían a *Ph. cryptogea*. Sin embargo, los estudios moleculares por homología de las secuencias de ITS obtenidas, demuestran que hay al menos dos especies involucradas, *Ph. cryptogea* y otra afin aún no identificada, mencionada como *Ph. aff. cryptogea*.

Con referencia a la supervivencia de *Ph. cryptogea* y sus formas de dispersión del inóculo, se han publicado numerosas investigaciones. Según Kröber (1980, citado por Erwin & Ribeiro, 1981), en ausencia del hospedante susceptible, *Ph. cryptogea* puede persistir por 4 años en suelo esterilizado y 2 años en suelo no esterilizado.

Ha sido aislada de suelo y de agua de riego (Bewley & Buddin, 1921; Taylor, 1977 citados por Loyd, 2013); Orlikovski, 1978; Matsumoto & Sato, 1979, citados por Erwin & Ribeiro, 1996). La primera referencia corresponde a Bewley & Buddin (1921), citado por Hong & Moorman (2005), quienes observaron que en plántulas de tomate creciendo bajo invernáculo, el *damping off* se dispersaba y concluyeron que el agua era la fuente de inóculo de propágulos infectivos de *Ph. cryptogea*. Entre las numerosas referencias aportadas por la revisión publicada por Hong & Moorman (2005), se menciona que *Ph. cryptogea* fue aislada frecuentemente de aguas usadas para riego de *Citrus* en Jordania (Ali-Shtayeh & MacDonald, 1991); de canales de riego (MacDonald *et al.*, 1994); de reservorios de agua en Virginia (Estados Unidos), de donde fue recuperada de la superficie y de profundidades de 1 a 1,5 m (Bush *et al.*, 2003); de reservorios en Alemania (Themann *et al.*, 2002).

En sistemas de cultivo con recirculación de la solución nutritiva, se observó la rápida dispersión de *Ph. cryptogea* en la línea de producción de gerberas (Thinggaard & Andersen, 1995) y de tomates (Evans, 1979). Fergusson & Jeffers (1999) aislaron varias especies de *Phytophthora*, entre ellas *Ph. cryptogea*, de mezclas de sustratos comerciales infectados para contenedores de plantas en viveros de Carolina del Norte (USA).

*Ph. cryptogea* es un patógeno endémico de los cultivos de gerbera de la región en estudio. El suelo sería la principal fuente de inóculo en cultivos ya establecidos y el agua de riego su vía de dispersión. En cultivos nuevos o bajo sistema de producción en

contenedores con sustrato orgánico, generalmente esterilizado, o con sustratos inertes, el inóculo se introduciría con el material de plantación y, en los sistemas sin suelo, sería dispersado por el sistema de recirculación de la solución nutritiva. En ambos casos deberían aplicarse tácticas para disminuir el inóculo inicial como los tratamientos de suelo por solarización, métodos físicos o químicos, y controlar el estado sanitario de las plantas madre y del material de implantación del cultivo.

## ***PHYTOPHTHORA TAXON KELMANIA* ZG ABAD & ABAD JA (2002)**

*Phytophthora taxon kelmania* ZG Abad & Abad J A, es una especie en descripción por la Dra Gloria Abad (Com. pers.), quien propone este nombre en honor al Dr. A. Kelman (Abad *et al.*, 2002). Fue aislada por primera vez de *Abies* spp., *Picea* spp., *Gerbera* sp. y *Coleus* sp. y posteriormente de raíces, corona y tallos de *Actea racemosa* L. (Abad *et al.*, 2005, 2006). Posteriormente fue identificada molecularmente en España, afectando *Coleus* sp. y *Gerbera* sp. (Moralejo *et al.*, 2009).

### **1. ORIGEN DE LOS AISLAMIENTOS**

Se obtuvieron los aislamientos BGT105-31, de *Gerbera jamesonii* (gerbera) con síntomas de podredumbre de cuello y raíces (Colección Ing. Wolcan, 2003); BGY114-40, de *Gypsophilla paniculata* (gipsófila) creciendo en invernáculos ubicados en la zona de Abasto-La Plata, provincia de Buenos Aires (Colección Ing. Wolcan, 2003) y BKW108-34, de raíces de *Actinidia deliciosa* (kiwi), recibidas en el laboratorio del CIDEFI-UNLP (2005). Los 3 aislamientos estaban identificados como *Ph. cryptogea* a partir de sus características culturales, morfológicas y patogénicas.

### **2. SINTOMATOLOGÍA**

**2.1. *Gerbera jamesonii*** (Asteraceae): Los síntomas sobre este cultivo son iguales a los causados por *Ph. cryptogea*, que fueron descritos en detalle en el ítem 2.1 sintomatología de *Ph. cryptogea* en *Gerbera jamesonii*. Las plantas presentan hojas con menor turgencia y clorosis, luego oscurecen y suelen enrollarse hacia abajo. En raíces y rizomas desarrollan síntomas de manchas húmedas, que terminan produciendo la pudrición de los tejidos, por lo cual pueden descalzarse con facilidad. Las plantas presentan un menor crecimiento.

**2.1.1. Pruebas de patogenicidad:** Con el objeto de estudiar estas patologías, durante el presente estudio, se efectuaron inoculaciones de variedades de gerbera para cultivo en maceta (White) y para comercializar como flor de corte (Dalma). En contacto con las raíces se aplicó medio de Bayles con desarrollo del Oomycete (método descrito en

ítem 5.3c Materiales y Métodos). Las plantas de cultivo para maceta se mostraron más susceptibles, manifestando síntomas más rápido que los cultivares para corte de flores. *Ph. taxon kelmania* se comportó agresivamente, con síntomas de decaimiento a los 4-5 días y mortandad de plantas a partir de los 6-7 días.

**2.2. *Gypsophylla paniculata*** (Cariophyllaceae): Se utiliza principalmente como flor de corte para complemento de ramos, arreglos florales y bouquets, presentando un uso secundario como flor seca. Especialmente durante los meses templados-cálidos se observa *Podredumbre de la corona* que dentro del cantero se distribuye en «manchones» sin producción. Este tipo de infección se repite anualmente, habiéndose identificado como agente causal a *Ph. nicotianae* (Wolcan *et al.*, 2000; Wolcan *et al.*, 2007).

En 2007, a partir de plantas con síntomas, además de *Ph. nicotianae* se aislaron colonias de un Oomycete que originariamente se identificó como *Ph. cryptogea* a partir de sus características culturales y morfológicas. *Ph. cryptogea*, es una especie citada en otros países afectando cultivos de gipsófila (Erwin & Ribeiro, 1996; Wolcan *et al.*, 2007).

Oportunamente se inocularon esquejes enraizados mediante la incorporación al sustrato del medio de cultivo compuesto por arroz, perlita y salvado de trigo (1:1:1) colonizado por el Oomycete (método explicado en ítem 5.3 de Materiales y Métodos). A los 4 días se produjo el marchitamiento de las plantas (Wolcan, com. pers). El aislamiento recuperado de las plantas afectadas se mantuvo en Colección CIDEFI y fue analizado molecularmente en el presente estudio.

**2.3. *Actinidida deliciosa*** (Actinidiaceae): Especie trepadora, originaria de la China. Aparece en Argentina a fines de la década del 80 y actualmente se cultiva con buen rendimiento en zonas de Mar del Plata, La Plata, Baradero y San Pedro. En 2005 ingresaron muestras de raíces de plantas en producción enfermas al laboratorio del CIDEFI-UNLP. En el cultivo se observó menor crecimiento, clorosis y enrojecimiento del follaje, podredumbre de raíces y corona; ennegrecimiento externo e interno y estrangulamiento en la base del tallo, destrucción y descortezamiento de raíces. Wolcan & Ronco (2006) identificaron a *Ph. cryptogea* como el agente causal de estos síntomas. Las pruebas de patogenicidad oportunamente realizadas fueron positivas. En 2009, para

incluir en esta tesis se recibió el aislamiento de colección, efectuándose nuevas Pruebas de Patogenicidad, verificándose que aún conservaba su virulencia. Para la inoculación se utilizó en medio de Bayles en contacto con las raíces (descrito en el ítem 5.3 de Materiales y Métodos). Las plantas inoculadas mostraron menor crecimiento y desarrollo radicular, las plantas testigo permanecieron sanas, reaislándose un Oomycete de idénticas características al inoculado (Fig. 99).

El aislamiento original BGT105 fue caracterizado morfológicamente y confirmada su identificación por técnicas moleculares.

### **3. CARACTERIZACIÓN CULTURAL Y MORFOLÓGICA**

**3.1. Caracterización de la colonia:** En APG al 2% y temperatura de 20 °C, desarrollaron colonias compactas, de tipo petaloide, de crecimiento más lento en APG con antibióticos y fungicidas (Fig. 99). Las temperaturas cardinales de las cepas provenientes de gerbera fueron mín. 4°C, ópt. 24-28 °C y máx. 32 °C. El crecimiento promedio fue 11,6 y 14,4 mm/día, a los 20 y 28 °C respectivamente. Para el aislamiento proveniente de *Actinidia deliciosa* las temperaturas fueron máx. 35 °C; ópt. 24 a 28 °C y mín. 1 °C y su crecimiento promedio a 28 °C fue de 10 mm/día.

**3.2. Caracterización morfológica:** Las observaciones sobre la morfología fueron realizadas en el Molecular Diagnostics Laboratory” (USDA/APHIS/PPQ/MDL) con la colaboración de la Dra Gloria Abad, quién validó que el aislamiento correspondió morfológicamente a *Ph. taxon kelmania* Abad G. & Abad J. Esta identificación fue corroborada con la caracterización molecular. Los aislamientos BGT105-31 y BKW108 fueron depositados en la WPC con los números P19667 y P19655.

Hinchamientos hifales (“swellings”) numerosos y agrupados, de menor tamaño y más compactos que los observados en *Ph. cryptogea*. En trocitos de APG con micelio sumergidos en agua destilada estéril se obtuvo la formación de esporangios no papilados, principalmente elipsoidales, otros ovoides y obpiriformes, base redondeada, persistentes, con largo pedicelo, esporangióforos con proliferación interna a través del esporangio vacío (Figs. 100-101). No se observaron clamidosporas. No se hallaron estructuras reproductivas asexuales ni sexuales en medios sólidos, comportándose todos los aislamientos como heterotálicos.

### 3. CARACTERIZACIÓN MOLECULAR

Como resultado de la secuenciación de la región ITS 4 e ITS 5 del ADN de los aislamientos BGT105-31, BGY114-40 procedentes de gerbera y gipsófila y BKW108-34 de *Actinidia deliciosa* se obtuvieron secuencias que coincidieron con numerosas secuencias del GenBank. Se halló un 100% de homología con el extype de *Ph. taxon kelmania* Abad & Abad AY117033 y otros aislamientos representativos obtenidos por Abad y col. (AY117032, DQ338528, DQ338530) y del *World Phytophthora Collection-WPC* (GU259091, GU259078, GU258970). Además, la secuencia obtenida fue corrida con las secuencias tipo DQ338529 (*Phy. kelmania*) obteniéndose un 100% de homología; HQ455608 (*Ph. drechsleri*) con un 98% (con 11 bases de diferencia y 1 gap) y FJ801792 (*Ph. cryptogea*) con el 99% (5 bases de diferencia y 1 gap).

El árbol filogenético obtenido por Abad G. *et al.* (2005) con las especies aisladas de *Actea racemosa*, otros aislamientos de *Ph. taxon kelmania* seleccionados, versus los del GenBank y *Phytophthora insolita* como especie fuera de grupo, mostró que *Ph. taxon kelmania* se ubicó en el clado 8 junto a *Ph. cryptogea*, *Ph. drechsleri* y *Ph. erythroseptica*. Resultados similares pueden observarse en los árboles filogenéticos construidos por Martin *et al.* (2012) y Blair *et al.* (2008). Martin *et al.*, para obtener esta filogenia usaron 4 locus mitocondriales (*cox2*, *nad9*, *rps10* y *secY*) obteniendo 2.373 nucleótidos (Martin *et al.*, 2012).

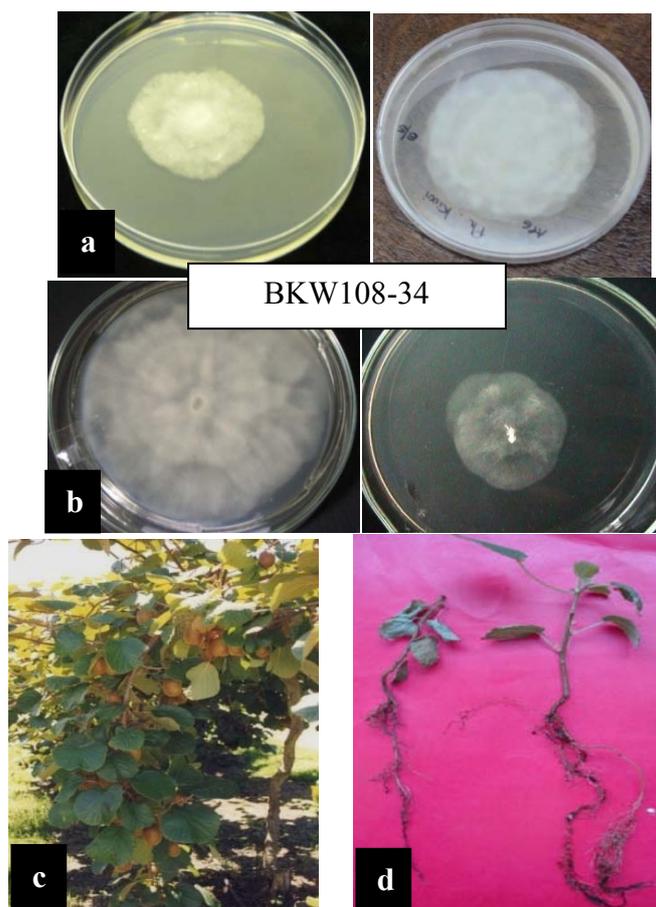
Se construyó un árbol filogenético con las secuencias de los aislamientos de Argentina obtenidos en el presente estudio, las secuencias correspondientes a los aislamientos extipo o neotipo de cada especie (Fig. 101-102). BGT105-31, BGY114-40 y BKW108-34 fueron identificadas filogenéticamente como *Phytophthora taxon kelmania*, ubicándose en el clado 8 junto a *Ph. cryptogea*, *Ph. drechsleri*, *Ph. erythroseptica*. (Fig. 101).

✓ La caracterización morfológica de los aislamientos BGT105-31, BGY114-40 y BKW108-34, unida a los resultados de las técnicas moleculares permitieron diferenciar entre *Ph. cryptogea* y *Ph. taxon kelmania* e incluir a *Ph. taxon kelmania* como patógeno de *Gerbera jamensoni*, *Gypshophilla paniculata* y *Actinidia deliciosa*. *Ph. taxon*

*kelmania* ZG Abad & Abad J A, es una nueva especie aún no descrita y publicada por los mencionados autores.

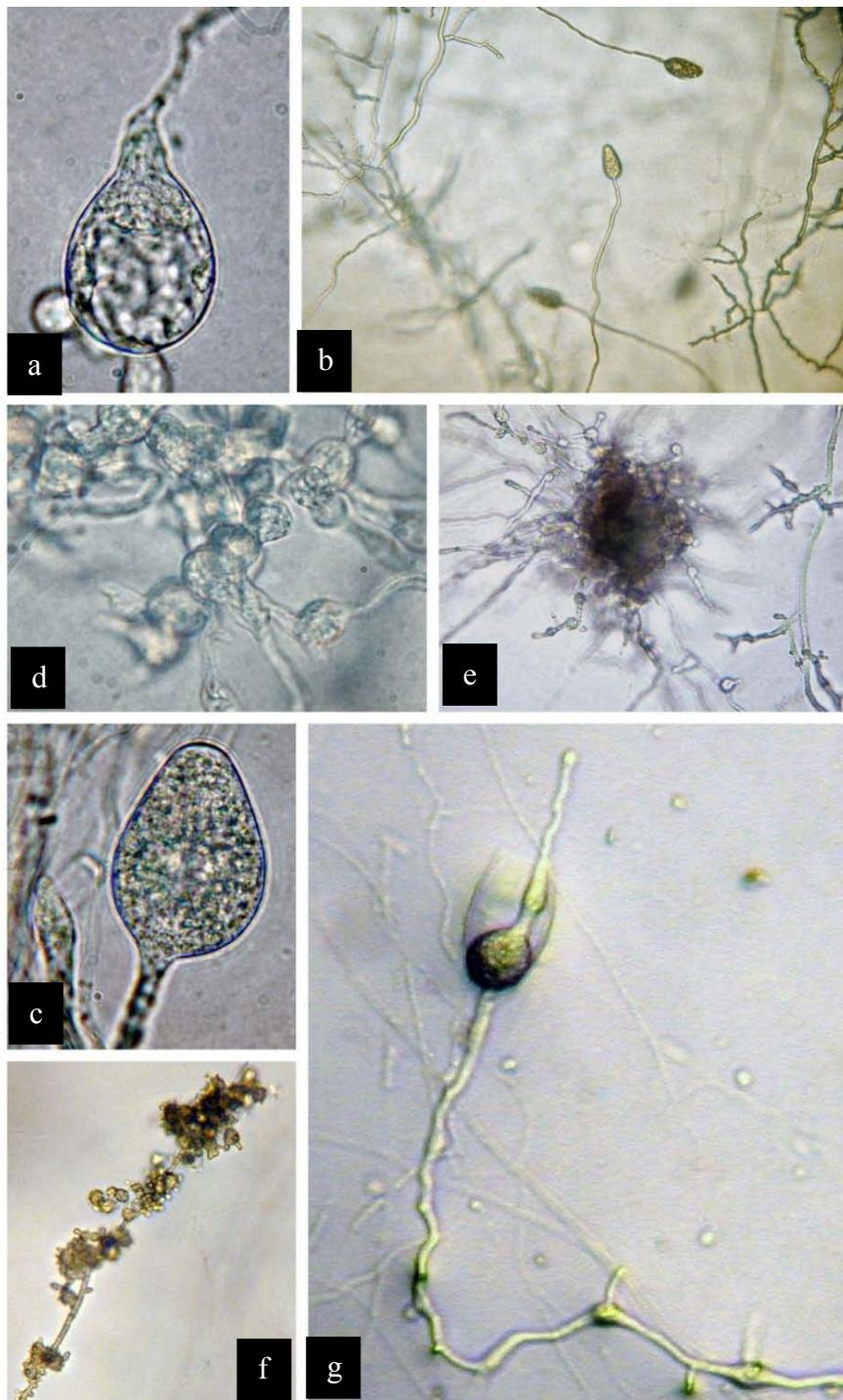
✓ *Ph. taxon kelmania* es citada por primera vez en el país afectando gerbera, y por primera en el mundo asociada en kiwi y gipsófila.

### ***PHYTOPHTHORA TAXON KELMANIA***



**Fig. 99:** *Ph. taxon kelmania* a) Colonias de *Ph. taxon kelmania* aisladas de *A. deliciosa* (BKW108-34) con desarrollo de tipo petaloide (3 días en APG+PARB) y arrosetado (5 días en APG). b) Crecimiento a los 10 días en APG (izquierda) y 3 días en AV8 (derecha). *Actinidia deliciosa*. c) Planta de kiwi sana a campo. d) Planta inoculada (izquierda) y testigo (derecha).

***PHYTOPHTHORA TAXON KELMANIA***

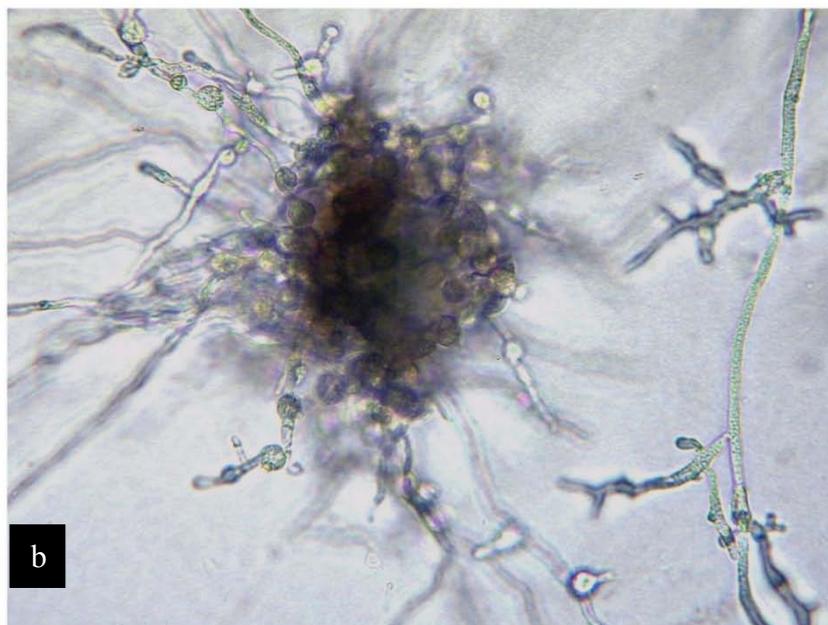
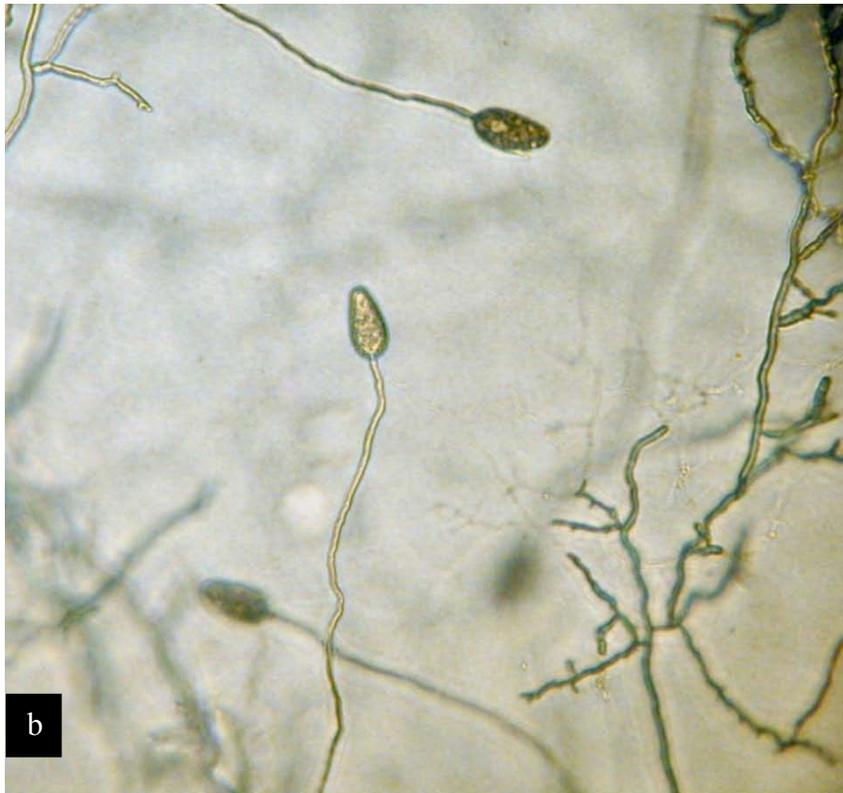


Fotos gentileza Dra. Gloria Abad.

**Fig. 100:** *Phytophthora taxon kelmania*. a) Esporangios no papilados, obpyriformes. b, c) Esporangios ovoides, persistentes con base redondeada y largo pedicelo. d) Detalle de

los hinchamientos o “swellings” e, f) Hinchamientos numerosos y agrupados, de menor tamaño y más compactos que los observados en *Ph. cryptogea*. g) Esporangióforos con proliferación interna a través del esporangio vacío.

***PHYTOPHTHORA TAXON KELMANIA***



Fotos gentileza Dra. Gloria Abad.

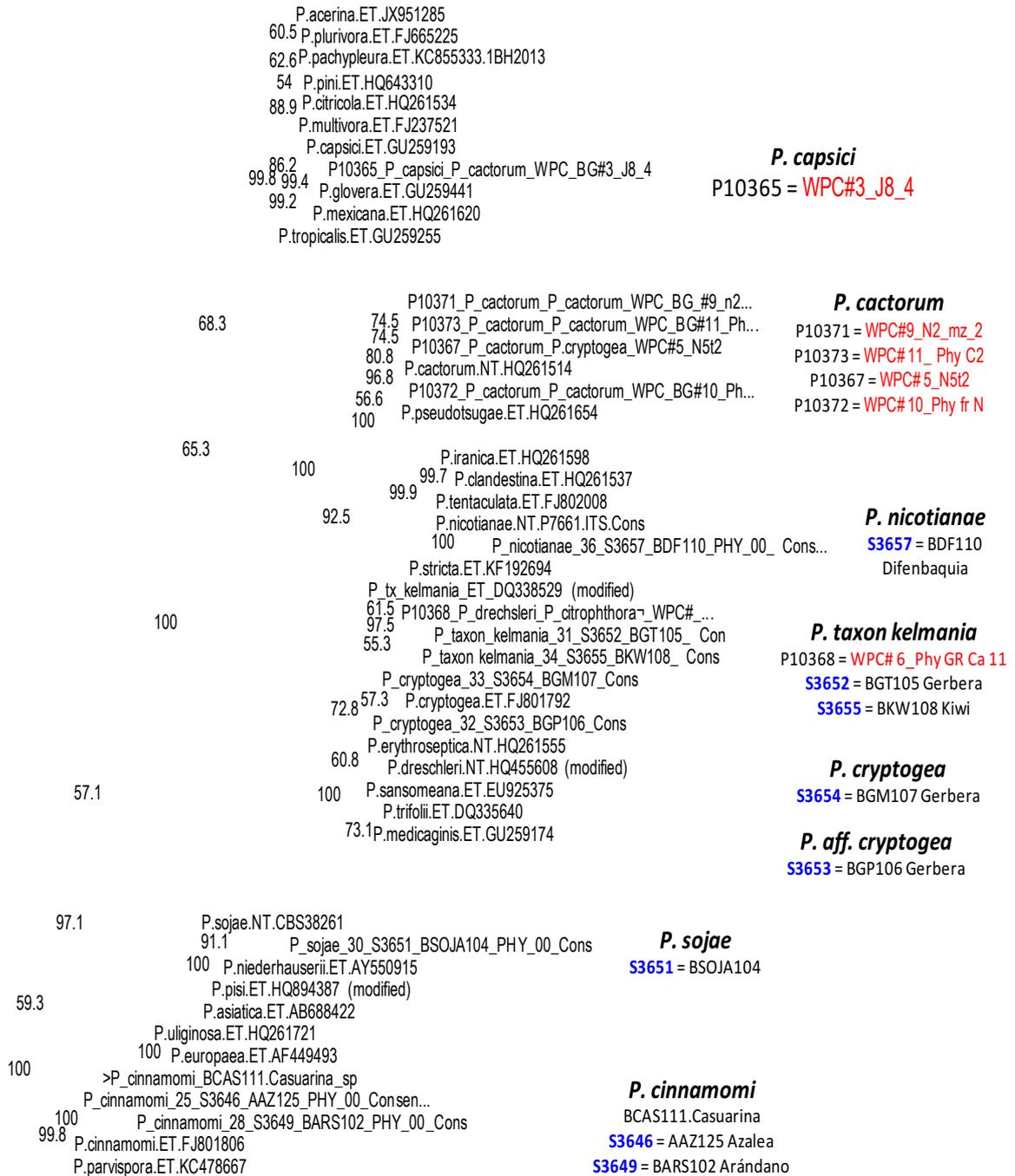
**Fig. 101:** *Phytophthora taxon kelmiana*: Detalle de: a) Esporangios.  
b) Hinchamientos hifales (swellings) y micelio coraloide (derecha).

**FILOGENIA DE ESPECIES DE  
*PHYTOPHTHORA* PRESENTES EN  
ARGENTINA**

## ÁRBOL FILOGENÉTICO DE ESPECIES PRESENTES EN ARGENTINA IDENTIFICADAS POR SECUENCIACIÓN DEL ITS rADN

Con secuencias del ITS rADN obtenidas en el presente estudio, otras secuencias de Argentina y secuencias extipo o neotipo se construyó un árbol filogenético para las especies de *Phytophthora*. Se incluyeron las secuencias correspondientes a los aislamientos BLP113-39, BDF110-36, BFCH103, BCAS111-37, BARS102-28, AAZ125-25, BGP 106-32, BGM 107-33, BGT 105-31, BGY 114-40 y BKW 108-34. Además se utilizaron las secuencias P10371, P10373, P10367, P10372 correspondientes a *Ph. cactorum* y P10365 a *Ph. capsici*, obtenidas por la Dra Beatriz González y la secuencia BOSJA 104 por Grijalba y Palmucci. Fueron seleccionados por la Dra Abad los extipo y neotipo usados: para *Ph. nicotianae* el NTP7661; para *Ph. kelmiana* el ET DQ 338529; para *Ph. cryptogea* ET J801792; para *Ph. sojae* el NT CBS38261; para *Ph. cinnamomi* el ET FJ801806 y para *Ph. capsici* el ET GU259193. Las Figs. 102 y 103 ilustran las relaciones filogenéticas entre las especies obtenidas en el presente estudio y las secuencias de sus correspondientes especies ex tipo o neotipo, agrupándose en los clados 7, 8, 1 y 2.

**FILOGENIA DE ESPECIES PRESENTES EN ARGENTINA IDENTIFICADAS  
POR SECUENCIACIÓN DEL ITS rADN**



**Fig. 101:** Árbol filogenético de las secuencias del ITS rADN de especies de *Phytophthora* identificadas en Argentina y de las secuencias de neotipos y extipos.

**FILOGENIA DE ESPECIES PRESENTES EN ARGENTINA IDENTIFICADAS POR SECUENCIACIÓN DEL ITS rADN**

P10369\_P\_citrophthora\_Phy\_sp\_WPC#7\_N6\_mz  
P.citrophthora.ET.JN618686  
P.himalsilva.ET.HM752784  
P.colocasiae.NT.JN618792  
P.meadii.NT.JN618733.P19007  
P.botryosa.ET.AF266784  
P.acerina.ET.JX951285  
P.plurivora.ET.FJ665225  
P.pini.ET.HQ643310  
P.pachypleura.ET.KC855333.1BH2013  
P.citricola.ET.HQ261534  
P.multivora.ET.FJ237521  
P.capsici.ET.GU259193  
P10365\_P\_capsici\_P\_cactorum\_WPC\_BG#3\_J8\_4  
P.glovera.ET.GU259441  
P.mexicana.ET.HQ261620  
P.tropicalis.ET.GU259255  
P.siskiyuensis.ET.HQ261674  
P.mengei.ET.EU748545.asCH-2008b  
P10371\_P\_cactorum\_P\_cactorum\_WPC\_BG\_#9\_n2...  
P10373\_P\_cactorum\_P\_cactorum\_WPC\_BG#11\_Ph...  
P10367\_P\_cactorum\_P\_cryptogea\_WPC#5\_N5t2  
P.cactorum.NT.HQ261514  
P10372\_P\_cactorum\_P\_cactorum\_WPC\_BG#10\_Ph...  
P.pseudotsugae.ET.HQ261654  
P.hedraiandra.ET.AY707987  
P.iranica.ET.HQ261598  
P.clandestina.ET.HQ261537  
P.tentaculata.ET.FJ802008  
P.nicotianae.NT.P7661.ITS.Cons  
P\_nicotianae\_36\_S3657\_BDF110\_PHY\_00\_ Cons...  
P.stricta.ET.KF192694  
P\_tx\_kelmania\_ET\_DQ338529 (modified)  
P10368\_P\_drechsleri\_P\_citrophthora\_WPC#\_...  
P\_taxon\_kelmania\_31\_S3652\_BGT105\_ Con  
P\_cryptogea\_34\_S3655\_BKW108\_ Cons  
P\_cryptogea\_33\_S3654\_BGM107\_Cons  
P.cryptogea.ET.FJ801792  
P\_cryptogea\_32\_S3653\_BGP106\_Cons  
P.erythroseptica.NT.HQ261555  
P.drechsleri.NT.HQ455608 (modified)  
P.sansomeana.ET.EU925375  
P.trifolii.ET.DQ335640  
P.medicaginis.ET.GU259174  
P.melonis.ET.HQ261616  
P.cajani.NT.HQ261515  
P.pistaciae.ET.FJ746648  
P.sojae.NT.CBS38261  
P\_sojae\_30\_S3651\_BSOJA104\_PHY\_00\_Cons  
P.niederhauserii.ET.AY550915  
P.pisi.ET.HQ894387 (modified)  
P.asiatica.ET.AB688422  
P.uliginosa.ET.HQ261721  
P.europaea.ET.AF449493  
>P\_cinnamomi\_BCAS111.Casuarina\_sp  
P\_cinnamomi\_25\_S3646\_AAZ125\_PHY\_00\_Consen...  
P\_cinnamomi\_28\_S3649\_BARS102\_PHY\_00\_Cons  
P.cinnamomi.ET.FJ801806  
P.parvispora.ET.KC478667

0.03

Fig. 102: Árbol filogenético de las secuencias del ITS rADN de especies de *Phytophthora* identificadas en Argentina y de las secuencias de neotipos y extipos.

## TABLAS RESUMEN

## CONTENIDO DE LAS TABLAS

Para las especies de *Pythium*, en la Tabla 14 se observan los códigos, número de aislamientos/especie, hospedantes, especies identificadas, localidad y provincia de procedencia y año de recolección. La Tabla 15 muestra el origen de los aislamientos (de colección o resultado de la prospección) Los aislamientos procedentes de áreas de interés (AI) se ubican de acuerdo a su fecha de ingreso en las columnas de colección o prospección identificadas con la abreviatura AI\*. En las Tablas 16 y 17 se encontrará la misma información para las especies de *Phytophthora*.

Los hospedantes de *Pythium* o de *Phytophthora* por especie identificada, la primera cita de cada enfermedad y la indicación del aporte realizado por el presente estudio al país o la región, se indican en las Tablas 18 y 19 respectivamente.

Las únicas citas previas referidas a especies de *Pythium* fueron las realizadas por Carranza (1955), quien halló a este patógeno afectando plantas de *Dianthus caryophyllus* y por Palmucci & Grijalba (2007) quienes identificaron a *P. aphanidermatum* causando pudrición de raíces y tallos en cultivos de *Euphorbia pulcherrima*. El resto de las asociaciones halladas en este estudio, fueron primeras citas en el país y en la región.

Para *Phytophthora* se efectuaron 8 nuevos registros de enfermedades en el país y 10 en la región, correspondiendo a las asociaciones hospedante-patógeno: *Ph. nicotianae*- *Catharanthus roseus*, *Dieffenbachia picta*, *Schlumbergera truncata*, *Hebe* sp. y *Primula obconica*, y *Ph. taxon kelmania*-*Actinidia deliciosa*, *Gerbera jamensonii* y *Gysophila paniculata*; agregándose para la región *P. capsici*-*C. moschata*, citada por Frezzi (1955) en Córdoba y *Ph. cinnamomi*-*Rhododendron indicum*, citada por Frezzi (1950) en plantas de la localidad de Campana, Provincia de Buenos Aires.

La información referida a las temperaturas mínimas, óptimas y máximas de desarrollo de las especies y sus valores de crecimiento medio, se han resumido en las Tablas 20 y 21. Además para *Pythium* spp. se indicó su ubicación según la filogenia de Lévesque & de Cock (2004), el número de depósito de la cepa en la *World Genetic Resource Collection* y de acceso de la secuencia de ITS en el GenBank, (Tabla 20) y para *Phytophthora* spp. su ubicación según el agrupamiento morfológico de Waterhouse (1963) y la filogenia de Blair *et al.* (2008). Además, se indicó el número de depósito de

la cepa en la *World Phytophthora Collection* y de acceso de la secuencia de ITS en el GenBank (Tabla 21).

**TABLA 14: AISLAMIENTOS DE *PYTHIUM* SPP/HOSPEDANTE: IDENTIFICACIÓN Y PROCEDENCIA.**

CÓDIGO	N	HOSPEDANTE	IDENTIFICACION	LOCALIDAD	PROVINCIA	AÑO
AAL101	1	<i>Impatiens walleriana</i> (alegría del hogar)	<i>P. irregulare</i>	La Plata -Abasto-	Buenos Aires	2009
APRI102.1.2	2	<i>Primula obconica</i> (primula)	<i>P. irregulare</i>	Escobar-Moreno	Buenos Aires	2009/2010
ACY104	1	<i>Cyclamen persicum</i> (violeta de los Alpes)	<i>P. sylvaticum</i>	La Plata-Abasto	Buenos Aires	2006C*
AES105	1	<i>Spinacia oleracea</i> (espinaca)	<i>P. aphanidermatum</i>	-La Plata -Los Hornos	Buenos Aires	2000C
AGA106	1	<i>Gazania rigens</i> (gazania)	<i>P. ultimum</i> var. <i>ultimum</i>	Loma Verde (Escobar)	Buenos Aires	2010
AHE107	1	<i>Hebe</i> sp. (hebe)	<i>P. spinosum</i>	La Plata-Abasto	Buenos Aires	2007C
AING108	2	<i>Impatiens x hawkeri</i> (impatiens Nueva Guinea)	<i>P. intermedium</i>	Lomas de Zamora	Buenos Aires	2006C/2009
AKI109	1	<i>Actinidia deliciosa</i> (kiwi)	<i>P. ultimum</i> var. <i>ultimum</i>	Etcheverry	Buenos Aires	2008C
ALA110	1	<i>Lavandula x intermedia</i> (lavanda)	<i>P. sylvaticum</i>	Magdalena	Buenos Aires	2005C
ALI111.1.2	1	<i>Eustoma grandiflorum</i> (lisianthus)	<i>P. cylindrosporum</i>	La Plata-Abasto	Buenos Aires	2005C
APS112	1	<i>Capsicum annuum</i> var. <i>annuum</i> (pimiento)	<i>P. sp. nov. 1</i>	Salta	Salta	2007
APO113	2	<i>Polygala myrtifolia</i> (poligala)	<i>P. ultimum</i> var. <i>sporangiiferum</i>	La Plata-Abasto	Buenos Aires	2004C/2009
AKIK114.1.2.3	2	<i>Pennisetum clandestinum</i> (kikuyo)	<i>P. graminicola</i>	Matheu-Pilar- Pilar	Buenos Aires	2012
ASPH115	1	<i>Spathiphyllum wallisii</i> (spatifilo)	<i>P. intermedium</i>	La Plata-La Plata	Buenos Aires	2006
ATA116.1.2.3	3	<i>Nicotiana tabacum</i> (tabaco)	<i>P. dissotocum</i>	Valle de Lerma	Salta	2007
ATA117.1.2	2	<i>Nicotiana tabacum</i> (tabaco)	<i>P. aphanidermatum</i>	Valle de Lerma	Salta	2007
ATA118	1	<i>Nicotiana tabacum</i> (tabaco)	<i>P. aphanidermatum</i>	Jujuy	Jujuy	2008
AZY119	1	<i>Schlumbergera truncata</i> (zygocactus)	<i>P. sp. nov.2</i>	La Plata-La Plata	Buenos Aires	2009
AEP122.1.2	2	<i>Euphorbia pulcherrima</i> (estrella federal)	<i>P. ultimum</i> var. <i>ultimum</i>	Garín	Buenos Aires	2009/2012
AAZ124	1	<i>Rhododendron indicum</i> (azalea)	<i>P. splendens</i>	Garín	Buenos Aires	2010
AAZ126	1	<i>Rhododendron indicum</i> (azalea)	<i>Phytophthium chamaehyphon</i>	Garín	Buenos Aires	2010
ALBH127	1	<i>Ocimum basilicum</i> (albahaca)	<i>P. ultimum</i> var. <i>ultimum</i>	Buenos Aires	Buenos Aires	2012
ASCA128 1.2	2	<i>Scindapsus aureus</i> (potus)	<i>P. irregulare</i>	Matheu-Escobar	Buenos Aires	2011
ADTH129	1	<i>Dianthus caryophyllus</i> (clavel)	<i>P. ultimum</i> var. <i>ultimum</i>	Escobar	Buenos Aires	2011
AEPH131.1.2	2	<i>Euphorbia pulcherrima</i> (estrella federal)	<i>P. aphanidermatum</i>	Garín	Buenos Aires	2010/2012

\*C = Aislamiento de una colección

**TABLA 15: ORIGEN DE LOS AISLAMIENTOS DE *PYTHIUM* SPP.**

<b>CODIGO</b>	<b>N</b>	<b>HOSPEDANTE</b>	<b>COLECCION</b>	<b>REL2009/2012</b>
AAL101	1	<i>Impatiens walleriana</i> (alegría del hogar)		2009
APRI102.1.2	2	<i>Primula obconica</i> (primula)		2009/2010
ACY104	1	<i>Cyclamen persicum</i> (violeta de los Alpes)	2006	
AES105	1	<i>Spinacia oleracea</i> (espinaca)	2000	
AGA106	1	<i>Gazania rigens</i> (gazania)		2010
AHE107	1	<i>Hebe</i> sp. (hebe)	2007	
AING108	2	<i>Impatiens x hawkeri</i> (impatiens Nueva Guinea)	2006	2009
AKI109	1	<i>Actinidia deliciosa</i> (kiwi)	2008	
ALA110	1	<i>Lavandula x intermedia</i> (lavanda)	2005	
ALI111.1.2	1	<i>Eustoma grandiflorum</i> (lisianthus)	2005	
APS112	1	<i>Capsicum annuum</i> var. <i>annuum</i> (pimiento)	2007 *	
APO113	2	<i>Polygala myrtifolia</i> (poligala)	2004	2010
AKIK114.1.2.3	2	<i>Pennisetum clandestinum</i> (kikuyo)		2012
ASPH115	1	<i>Spathiphyllum wallisii</i> (spatifilo)	2006	
ATA116.1.2.3	3	<i>Nicotiana tabacum</i> (tabaco)	2007 *	
ATA117.1.2	2	<i>Nicotiana tabacum</i> (tabaco)	2007 *	
ATA118	1	<i>Nicotiana tabacum</i> (tabaco)	2008 *	
AZY119	1	<i>Schlumbergera truncata</i> (zygocactus)		2009
AEP122.1.2	2	<i>Euphorbia pulcherrima</i> (estrella federal)		2009/2012
AAZ124	1	<i>Rhododendron indicum</i> (azalea)		2010
AAZ126	1	<i>Rhododendron indicum</i> (azalea)		2010
ALBH127	1	<i>Ocimum basilicum</i> (albahaca)		2012
ASCA128	2	<i>Scindapsus aureus</i> (potus)		2011
ADTH129	1	<i>Dianthus caryophyllus</i> (clavel)		2011
AEPH131.1.2	2	<i>Euphorbia pulcherrima</i> (estrella federal)		2010/2012

Aislamientos (19 de prospección, 9 de colecciones y 7 de Áreas y cultivos de interés).

**TABLA 16: AISLAMIENTOS DE *PHYTOPHTHORA* SPP/HOSPEDANTE: IDENTIFICACIÓN Y PROCEDENCIA.**

CODIGO	N	HOSPEDANTE	IDENTIFICACION	LOCALIDAD	PROVINCIA	AÑO
AAZ125.1.2.3	3	<i>Rhododendron indicum</i> (azalea)	<i>Ph. cinnamomi</i>	Garín-San Isidro-Bs As	Buenos Aires	2009/2010/2012
BARS102	1	<i>Vaccinium corymbosum</i> (arándano)	<i>Ph. cinnamomi</i>	Tucuman	Tucuman	2007C
BFCH103.1.2.3	3	<i>Chamelauciun uncinatum</i> (flor de cera) 2 viveros	<i>Ph. nicotianae</i>	La Plata Abasto	Buenos Aires	2009/10/11
BGT105	1	<i>Gerbera jamensonii</i> (gerbera)	<i>Ph. taxon kelmania</i>	La Plata	Buenos Aires	2003C
BGP106	1	<i>Gerbera jamensonii</i> (gerbera)	<i>Ph. aff. cryptogea</i>	La Plata	Buenos Aires	2006C
BGM107.1.2.3	4	<i>Gerbera jamensonii</i> (gerbera)	<i>Ph. cryptogea</i>	La Plata	Buenos Aires	2008C/2010/11/12
BKW108	1	<i>Actinidia deliciosa</i> (kiwi)	<i>Ph. taxon kelmania</i>	La Plata	Buenos Aires	2005C
BVI109.1.2	2	<i>Catharanthus roseus</i> (vinca)	<i>Ph. nicotianae</i>	Moreno-Escobar	Buenos Aires	2009
BDF110.1.2	2	<i>Dieffenbachia picta</i> (difenbaquia)	<i>Ph. nicotianae</i>	Moreno-Escobar	Buenos Aires	2008/2009
BCAS111-37.1.2.	2	<i>Casuarina cunningamiana</i> (causarina)	<i>Ph. cinnamomi</i>	Concordia	Entre Rios	2008
APSP112	1	<i>Capsicum annuum</i> (pimiento)	<i>Ph. capsici</i>	San Pedro	Buenos Aires	2009
BPLP113	1	<i>Capsicum annuum</i> (pimiento)	<i>Ph. capsici</i>	La Plata	Buenos Aires	2005
BGY114	1	<i>Gypsophilla paniculata</i> (gisopila)	<i>Ph. taxon kelmania</i>	La Plata	Buenos Aires	2003C
BGY115 .1.2	4	<i>Gypsophilla paniculata</i> (gisopila)	<i>Phy. nicotianae</i>	La Plata –Abasto	Buenos Aires	2005C/ 2011/12
BPR 116-1.2.3	3	<i>Primula obconica</i> (primula) * de 2 viveros	<i>Ph. nicotianae</i>	Bs As-Moreno	Buenos Aires	2009/2010
BSCH 117-1.2	1	<i>Schlumbergera truncata</i> (zigocactus)	<i>Ph. nicotianae</i>	Buenos Aires (Paternal)	Buenos Aires	2012
BHE118-44	1	<i>Hebe speciosa</i> (hebe, verónica)	<i>Ph. nicotianae</i>	Buenos Aires (Paternal)	Buenos Aires	2012
BAC119-45	1	<i>Actinidia deliciosa</i> (kiwi)	<i>Ph. cinnamomi</i>	Buenos Aires	Buenos Aires	2010
BZAP120-46	1	<i>Cucurbita moschata</i> (zapallo Anco)	<i>Ph. capsici</i>	San Pedro	Buenos Aires	2010
BGD121-47	1	<i>Gerbera jamensonii</i> (gerbera)	<i>Ph. cryptogea</i>	Buenos Aires (Villa Devoto)	Buenos Aires	2008

**TABLA 17: ORIGEN DE LOS AISLAMIENTOS DE *PHYTOPHTHORA* SPP.**

<b>CODIGO</b>	<b>N</b>	<b>HOSPEDANTE</b>	<b>COLECCION</b>	<b>REL2009/2012</b>
AAZ125.1.2.3	3	<i>Rhododendron indicum</i> (azalea)		2009/2010/2012
BARS102	1	<i>Vaccinium corymbosum</i> (arándano)	2007	
BFCH103.1.2.3	3	<i>Chamelaucium uncinatum</i> (flor de cera)		2009/10/11
BGT105	1	<i>Gerbera jamensonii</i> (gerbera)	2003	
BGP106	1	<i>Gerbera jamensonii</i> (gerbera)	2006	
BGM107.1.2.3	4	<i>Gerbera jamensonii</i> (gerbera)	2008	2010/2011/2012
BKW108	1	<i>Actinidia deliciosa</i> (kiwi)	2005	
BVI109.1.2	2	<i>Catharanthus roseus</i> (vinca)		2009
BDF110.1.2	2	<i>Dieffenbachia picta</i> (difenbaquia)		2008/2009
BCAS111-37.1.2.	2	<i>Casuarina cunninggamiana</i> (casuarina)	2008*AI	
APSP112	1	<i>Capsicum annum</i> (pimiento)		2009*AI
BPLP113	1	<i>Capsicum annum</i> (pimiento)	2005*AI	
BGY114	1	<i>Gypsophilla paniculata</i> (gipsófila)	2003	
BGY115 .1.2	4	<i>Gypsophilla paniculata</i> (gipsófila)	2005	2011/2012
BPR 116-1.2.3	3	<i>Primula obconica</i> (primula)		2009/2010
BSCH 117-1.2	1	<i>Schlumbergera truncata</i> (zigocactus)		2012
BHE118-44	1	<i>Hebe speciosa</i> (hebe, verónica)		2012
BAC119-45	1	<i>Actinidia deliciosa</i> (kiwi)		2010
BZAP120-45	1	<i>Cucurbita moschata</i> (zapallo Anquito)		2010 * AI
BGD121-47	1	<i>Gerbera jamensonii</i> (gerbera)	2007	

Aislamientos: 35 (22 origen prospección, 8 de colecciones y 5 Servicios de Diagnóstico, indicadas como áreas de interés AI).

**TABLA 18: PYTHIUM SPP: HOSPEDANTE/S/ESPECIE IDENTIFICADA Y PRIMERA CITA BIBLIOGRÁFICA EN EL PAÍS Y EN LA REGIÓN.**

ESPECIES	HOSPEDANTE	CITA BIBLIOGRAFICA (Anexo I)	PAIS *	REGION *
<i>P. irregulare</i>	<i>Impatiens walleriana</i>	Palmucci <i>et al</i> , 2011 a y b	x	x
	<i>Scindapsus aureus</i>	Palmucci <i>et al</i> , 2014	x	x
	<i>Primula obconica</i>	Palmucci <i>et al</i> , 2011 a y b	x	x
<i>P. sylvaticum</i>	<i>Cyclamen persicum</i>	Palmucci <i>et al</i> , 2011a y b	x	x
	<i>Lavandula x intermedia</i>	Palmucci <i>et al</i> , 2011 a y b	x	x
<i>P. ult.var. ultimum</i>	<i>Gazania rigens</i>	Palmucci <i>et al</i> , 2011a, Palmucci <i>et al</i> , 2014	x	x
	<i>Actinidia deliciosa</i>	Palmucci <i>et al</i> , 2011 a	x	x
	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	Palmucci <i>et al</i> , 2011a y b	x	x
	<i>Ocimum basilicum</i>	Palmucci inéd.	x	x
	<i>Dianthus caryophyllus</i>	Carranza, 1955	-	-
<i>P. spinosum</i>	<i>Hebe</i> sp.	Palmucci <i>et al</i> , 2011 a	x	x
<i>P. intermedium</i>	<i>Impatiens x hawkeri</i>	Palmucci <i>et al</i> , 2011a	x	x
	<i>Spathiphyllum wallisii</i>	Palmucci <i>et al</i> , 2011a	x	x
<i>P. cylindrosporum</i>	<i>Eustoma grandiflorum</i>	Palmucci <i>et al</i> , 2011a	x	x
<i>P. ultimum var. sporangiiferum</i>	<i>Polygala myrtifolia</i>	Palmucci <i>et al</i> , 2011 a y b	x	x
<i>P. splendens</i>	<i>Rhododendron indicum</i>	Palmucci <i>et al</i> , 2011a, Palmucci <i>et al</i> . 2014	x	x
<i>P. aphanidermatum</i>	<i>Nicotiana tabacum</i>	Palmucci <i>et al</i> , 2012a, Palmucci <i>et al</i> , 2014	x	x
	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	Palmucci & Grijalba, 2007	-	-
	<i>Spinacia oleracea</i>	Palmucci <i>et al</i> , 2011 a, Palmucci inéd.	x	x
<i>P. dissotocum</i>	<i>Nicotiana tabacum</i>	Palmucci <i>et al</i> , 2011 a, Palmucci <i>et al</i> , 2014	x	x
<i>Pythium</i> sp. nov 1	<i>Capsicum annuum</i> var. <i>annuum</i>	Palmucci <i>et al</i> , 2011 a; Palmucci <i>et al.</i> , 2013	x	x
<i>Pythium</i> .sp. nov. 2	<i>Schlumbergera truncata</i>	Palmucci <i>et al</i> , 2011a, Palmucci <i>et al</i> , 2012	x	x
<i>P. graminicola</i>	<i>Pennisetum clandestinum</i>	Palmucci <i>et al</i> , 2011 a, Grijalba & Palmucci 2013	x	x
<i>Phytophythium chamaehyphon</i>	<i>Rhododendron indicum</i>	Palmucci & Grijalba, 2013	x	x

\* 22 nuevas citas en el país y en la región.

**TABLA 19: *PHYTOPHTHORA* SPP: HOSPEDANTE/S /ESPECIE IDENTIFICADA Y PRIMERA CITA BIBLIOGRÁFICA DE LOS MISMOS EN EL PAÍS Y EN LA REGION**

ESPECIES	HOSPEDANTE	CITA BIBLIOGRAFICA (Anexo II)	PAIS	REGION
<i>Ph. cinnamomi</i>	<i>Rhododendrom indicum</i>	Frezzi, 1950 (Campana Prov.Bs As)	-	X
	<i>Casuarina cunningamiana</i>	Bakarcic, 1961 Delta; Palmucci <i>et al.</i> , 2008*, Palmucci <i>et al</i> , 2011b*	-	**
	<i>Actinidia deliciosa</i>	Hongn <i>et al</i> , 2003 Salta y Tucumán	-	
	<i>Vaccinium corymbosum</i>	Hongn <i>et al</i> , 2005 Salta y Tucumán	-	
<i>Ph. nicotianae</i>	<i>Catharanthus roseus</i>	Palmucci <i>et al</i> , 2011b*	X	X
	<i>Dieffenbachia picta</i>	Grijalba <i>et al</i> , 2007*, Palmucci <i>et al</i> , 2011b* Palmucci <i>et al.</i> , 2011	X	X
	<i>Chamelauciun uncinatum</i>	Wolcan & Ronco, 2006*, Palmucci <i>et al</i> , 2011b*; Palmucci <i>et al</i> , 2013	-	-
	<i>Schlumbergera truncata</i>	Palmucci <i>et al.</i> , 2012*	X	X
	<i>Hebe</i> sp.	Palmucci inédito, Grijalba inédito	X	X
	<i>Gypsophilla paniculata</i>	Wolcan <i>et al.</i> , 2007	-	
	<i>Primula obcónica</i>	Palmucci inédito	X	X
<i>Ph. cryptogea</i>	<i>Gerbera jamensonii</i>	Wolcan & Ronco, 2006	-	-
<i>Ph. taxon kelmania</i>	<i>Actinidia deliciosa</i>	Palmucci inédito	X	X
	<i>Gerbera jamensonii</i>	Palmucci <i>et al.</i> , 2011a y b*	X	X
	<i>Gypsophilla paniculata</i>	Palmucci inéd.	X	X
<i>Ph. capsici</i>	<i>Capsicum annuum</i> var. <i>annuum</i>	Lindquist, 1932, Marchionatto, 1933 y otros, Palmucci <i>et al</i> , 2011a y b *	-	-
	<i>Cucurbita moschata</i>	Frezzi, 1950 (Córdoba)	.-	X

\*Congreso, Jornadas. \*\*Primera cita en Entre Ríos  
8 nuevas citas para el país y 10 para la región.

**TABLA 20: RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DE *PYTHIUM* SPP.**

IDENTIFICACION	TEMPERATURAS DE CRECIMIENTO	CRECIMIENTO MEDIO	CLADO *	WCRC **	GENBANK ***
<i>P. aphanidermatum</i>	10°C (25-35°C) >37°C	25 °C: 30 mm/día	A	P19654	-
<i>P. cylindrosporum</i>	5 °C- 28°C- > 35°C	20°C: 25 mm/día	F	P19661	-
<i>P. dissotocum</i>	5 °C (20 - 28 °C) > 35 °C	25 °C: 16 mm/día	B2	P19652	-
<i>P. graminicola</i>	15°C- 30°C- >35°C.,	25 °C: 20 mm/día	B1d	P19707	-
<i>P. irregulare</i>	5°C- 30°C- 35°C.	25 °C: 23mm	F	-----	-
<i>P. intermedium</i>	5 °C ( 20-25 °C) 30°C	20°C: 31 mm/día	F		-
<i>P. spinosum</i>	1°C-28°C -. < 35°C	25 °C : 30mm	F	P19653	-
<i>P. splendens</i>	5 °C (30-35°C) 37°C.	20°C: 21 mm / día, 30 y 35 °C: 41 mm.	I	-----	-
<i>P. sylvaticum</i>	<5°C (20 - 28 °C) > 35 °C	20°C: 22 mm/día	F	-----	JF436947
<i>P. ultimum</i> var. <i>ultimum</i>	5 °C (25 a-30 °C)- 35 °C	20 °C: 23 mm/día	I	-----	-
<i>P. ultimum</i> var. <i>sporangiiferum</i>	5 °C ( 25- 35 °C) >37 °C,	28 y 35°C: 40mm/día	I	P19663	-
<i>P. sp. nov. 1 (Capsicum annuum)</i>	5°C- 25°C- 35°C.	20°C: 40 mm/día.	-	P19662	-
<i>P. sp. nov. 2 (Sclumbergera truncata)</i>	1°C (28-35°C) >35°C	-----	-	P19664	-
<i>Phytophthium chamaehyphon</i>	5°C- 30°C-35°C	25 °C: 23 mm/día	K	P19666	-

\*Ubicación según filogenia de Levesqué & de Cock (2004). \*\* Número de acceso depósito de la cepa en la *World Genetic Resource Collection* y

\*\*\*depósito de la secuencia ITS en el Genbank

**TABLA 21: RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DE *PHYTOPHTHORA* SPP. TEMPERATURAS DE CRECIMIENTO, CRECIMIENTO MEDIO, NÚMEROS DE ACCESO A COLECCIONES.**

IDENTIFICACION	TEMPERATURAS DE CRECIMIENTO	CRECIMIENTO MEDIO	WH*	BLAIR *ET AL (2008)	WPC**	GENBANK** *
<i>Ph. capsici-pimiento</i>	10 °C-(28-30 °C)- >35°C.	20 °C: 20 mm / día.	II	2b	----	----
<i>Ph. cinnamomi</i> - arándano:	5 °C( 20-28 °C) <35 °C	20 °C: 10mm / día.	VI	7b		NFJ801806
- <i>casuarina</i>	5 °C (20 y 24°C) <35 °C	20 °C: 21mm / día.	VI	7b		
<i>Ph. cryptogea-gerbera</i>	4°C (24 - 28) 32 °C	28 °C: 14,4 mm /día	VI	8a	P19656 /658	
<i>Ph. nicotianae-difenbaquia</i>	>1-5 -28->35	20 °C: 8,3 mm/día	II	1c		HQ615719
- <i>flor de cera</i>	8°-28 >35 °C	20 °C: 7 mm/día	II	1c		JN160803
- <i>gipsófila</i>	5- 28-36°C	20 °C: 9 mm/día	II	1c		----
- <i>vinca</i>	5- 35°C	20 °C: 7 mm/día	II	1c		---
<i>Ph. taxon kelmania-gerbera</i>	4°C (24 – 28) 32 °C	20°C: 11.6mm/día 28°C: 14.4 mm/día	VI	8a	P19667	-----
- <i>kiwi</i>	1 °C (24 a-28) 35 °C	28 °C: 10 mm /día	VI	8a	P19655	

\*Ubicación según agrupamiento morfológico de Waterhouse. \*\* Ubicación en Filogenia de Blair *et al.* (2008).

\*\*\* Número de acceso depósito de la cepa en la *World Phytophthora Collection* y depósito de la secuencia ITS en GenBank

# DISCUSIÓN

# DISCUSIÓN GENERAL

## 1. REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL STATUS DE LOS GÉNEROS *PYTHIUM* Y *PHYTOPHTHORA* EN ARGENTINA

La discusión sobre el punto revisión y actualización de los antecedentes se abordará desde diferentes aspectos, tales como la forma de organización de la información y los diferentes estudios que se han publicado a nivel mundial, las modificaciones en el status taxonómico y en la nomenclatura de las especies, la cronología de identificación de las especies y su rango de hospedantes a efectos de ubicar áreas de falencia.

Con el objetivo de recopilar, organizar y actualizar la información referida a especies fitopatógenas de los géneros *Pythium* y *Phytophthora* en Argentina, se efectuó una exhaustiva revisión de antecedentes desde finales del siglo XIX hasta el año 2009 inclusive (Palmucci *et al.*, 2008a, En: <http://www.phytophthoradb.org/slides.php?a=dv2&name=O24Palmucci>, consultado 17 de noviembre de 2014; Palmucci *et al.*, 2011b). Posteriormente ésta fue revisada y actualizada hasta mediados de 2014, a efectos de comparar el inventario o status inicial, con el alcanzado luego de las prospecciones efectuadas. Se incluyeron las nuevas relaciones hospedante-patógeno halladas en la región y áreas de interés analizadas durante este estudio y las citadas por otros investigadores en ese período. Los resultados de esta revisión fueron presentados en Tablas y Figuras.

Este modo de organizar la información obtenida posibilita acceder a los datos en forma tal, que se favorece su rápida visualización y las relaciones entre éstos, ya que hasta el momento de realizada la recopilación, sólo se contaba con datos aislados presentados bajo la forma de artículos publicados en el país o en el exterior, en reuniones científicas nacionales o internacionales, en fichas o registros fitopatológicos etc. La recopilación y la organización de estos antecedentes permite extraer información sobre las especies de *Pythium* y de *Phytophthora* que afectan a cultivos ornamentales, hortícolas, forestales (árboles y arbustos), oleaginosos, etc; en qué localidades fueron halladas, qué hospedantes fueron afectados; en cuáles provincias se encontraron la mayor o menor cantidad de especies; cuáles son los grupos de investigación que trabajaron a lo largo del tiempo; qué especies botánicas son las más afectadas; qué

especies fitopatógenas hay por provincia; cuáles son los síntomas ocasionados y las citas bibliográficas de cada registro, etc.

La publicación *on line* denominada Atlas Fitopatológico Argentino, editada por el INTA (<http://rian.inta.gov.ar/atlas/>), compendia las enfermedades y patógenos que afectan las especies cultivadas y nativas explotadas en Argentina. Es una obra de carácter enciclopédico, de gran utilidad para investigadores y público en general. A diferencia de esta publicación, las tablas presentadas en este estudio están focalizadas en un grupo de patógenos y las enfermedades que ocasionan y permiten una más ágil interrelación de la información sobre los mismos.

Consultados los antecedentes internacionales en relación con estos Oomycetes fitopatógenos, no se hallaron trabajos que presenten la información organizada de esta forma.

Los estudios sobre los géneros *Pythium* y *Phytophthora* publicados en los diferentes países, son el resultado de prospecciones, revisiones o estudios taxonómicos y han incluido distintas temáticas, como descripciones de especies fitopatógenas o de aislamientos obtenidos a partir del suelo o agua, en diversas regiones, estados o países.

Sobre la identificación de especies de *Pythium*, el trabajo monográfico de van der Plaats-Niterink (1981) es la más amplia y completa revisión sobre esta especie que se haya publicado hasta la fecha. Este autor menciona trabajos previos publicados en diferentes países: Argentina (Frezzi, 1956); Australia (Teakle, 1960; Vaartaja & Bumbieris, 1964; Pratt & Heather, 1973); Brasil (Carvalho, 1965); Canadá (Booth & Barret, 1971, 1976); Estados Unidos (Campbell & Hendrix, 1967; Hendrix & Campbell, 1970); Filipinas (Quimio & Abilay, 1977); India (Rao, 1963); Inglaterra (Sparrow, 1936) e Islandia (Johnson, 1971); Japón (Takahashi, 1973); Sudáfrica (Wager, 1941) y Taiwan (Hsieh, 1978). Posteriormente, otras publicaciones se han registrado en: Brasil (Baptista, 2004); China (Yu & Ma, 1989; Ho, 2013); Irán (Mostowfizadeh-Ghalamfarsa & Banihashemi, 2005); Holanda (van der Plaats-Niterink, 1975); Nueva Zelanda (Robertson, 1980), Estados Unidos (Moorman *et al.*, 2002); Pakistán (Lodhi, 2007) y México (Diaz Celaya *et al.*, 2011).

Para las especies del género *Phytophthora*, la revisión publicada por Erwin & Ribeiro (1996), brinda no sólo una vasta información sobre las especies, sino que profundiza aspectos relacionados con su distribución, morfología, fisiología y su

evolución taxonómica, haciendo referencia a las medidas de control de estas patologías. Las Tablas que presenta para cada especie, ofrecen un panorama a nivel mundial: incluyen al hospedante afectado (nombre científico y común), los síntomas ocasionados y su distribución geográfica, en la cual se mencionan a los países donde fue registrada la especie y la primera cita publicada.

Otras publicaciones sobre este género se han realizado en: Argentina (Frezzi, 1950); China (Ho, 1996); Estados Unidos (Campbell & Hendrix, 1967; Hendrix & Campbell, 1970); Inglaterra (Brasier & Strouts, 1976 citado por Lodhi, 2007); Nueva Zelanda (Boesewinkel, 1974 citado por Lodhi, 2007) y Taiwan (Ann, 1992; Ho *et al.*, 1995).

En los últimos años, merecen destacarse las prospecciones llevadas a cabo por Lodhi (2007), quien identificó diversos Oomycetes en la provincia de Sindh, Pakistán; por Zeng *et al.* (2009) en Hainan Island, China y en Europa las efectuadas por Moralejo *et al.* (2009) en España; por Denton *et al.* (2008) en el Reino Unido y por Cacciola *et al.* (2008) en Italia. Otros estudios fueron llevadas a cabo en diferentes regiones de Estados Unidos (Schwingle *et al.*, 2007, Warfield *et al.*, 2008; Yakabe *et al.*, 2009; Olson & Benson, 2011).

En Latinoamérica, Luz *et al.*, (2001) compendiaron las enfermedades causadas por *Phytophthora* spp. en Brasil.

Además, existen numerosos registros, sobre todo en Estados Unidos, referidos a especies de *Pythium* y de *Phytophthora* patógenas de plantas, aisladas del agua de riego (Mc Intosh, 1966; Mircetich *et al.*, 1985; Lauredale, 1997; Pottorff & Panter, 1997; Themann *et al.*, 2002 citados por Hong & Moorman, 2005; y Mac Donald *et al.*, 1994; Sanchez & Gallego, 2000; Hong *et al.*, 2002; Bush *et al.*, 2003; Nielsen *et al.*, 2004). Hong & Morman (2005) publicaron una minuciosa revisión sobre las investigaciones llevadas a cabo sobre las especies de estos géneros presentes en el agua de riego, la mayoría en cultivos ornamentales. Merece destacarse un reciente trabajo publicado por Loyd (2013), quien menciona los riesgos a que están expuestos los arbustos ornamentales en los Estados Unidos, frente al riego con aguas contaminadas con especies fitopatógenas de *Pythium* y de *Phytophthora*, a causa del reciclado del exceso de riego que drena de los contenedores. Esta práctica, habitual en algunos países, conduce el agua excedente hasta reservorios donde es mezclada con agua de escorrentía, arroyos, lagos, etc para ser nuevamente utilizada. En Argentina no es común este tipo de

riego, ni de almacenamiento del agua. Algunos productores utilizan tanques a cielo abierto donde almacenan agua de bombeo y de lluvia. También en este caso, los recipientes sin protección del medio ambiente pueden ser contaminados con tierra, la cual podría ser vehículo de Oomycetes.

En Argentina, los trabajos efectuados por Frezzi se encuentran entre los más rigurosos y detallados, tanto para el género *Pythium* (Frezzi, 1956, 1977), como para *Phytophthora* (Frezzi, 1950, 1977). Con posterioridad a estas publicaciones, se han producido modificaciones en el status taxonómico de las especies o en su nomenclatura, y se han identificado nuevas especies.

La información obtenida en la presente revisión de antecedentes sobre Pythiáceas que afectan cultivos en Argentina, permitió actualizar el listado de especies fitopatógenas presentes en el país, planteadas por Frezzi (1977). De acuerdo a esto en las Tablas se actualizó la denominación de algunas especies: *Phytopythium vexans* (ex *P. vexans*); *Phytopythium helicoides* (ex *P. helicoides*); *Phytophthora lacustris* (ex *Ph. taxon Salixsoil*); *Ph. citricola* (ex *Ph. cactorum* var. *applanata*); y se agregaron otras como: *Ph. sojiae*, *Ph. medicaginis*, *Ph. multivora*, *Ph. taxon kelmania*; *Pythium cylindrosporium*; *P. inflatum*; *P. splendens*; *P. sylvaticum* y otras nuevas especies.

A continuación se mencionan y fundamentan los cambios planteados en la nomenclatura y adoptados en las Tablas 1 y 6:

#### **Géneros *Pythium* y *Phytopythium***

***Phytopythium vexans* y *Phy. helicoides*:** Dentro del género *Pythium*, las especies denominadas *P. vexans* y *P. helicoides* en la publicación de Frezzi (1956), fueron incorporadas recientemente al nuevo género *Phytopythium* Abad, de Cock, Bala, Robideau, Lodhi & Lévesque (Abad *et al.*, 2010).

Este cambio se fundamenta en sus características morfológicas, estudios moleculares y filogenéticos. Las especies de *Pythium* agrupadas en el clado K, en el cual se encuentran *P. vexans* y *P. helicoides*, presentan esporangios diferentes en su forma y desarrollo a los del resto de las especies de *Pythium* ubicadas en los clados A-J, siendo más similares a los formados por *Phytophthora*.

Estudios efectuados en *P. vexans*, refuerzan las diferencias entre los miembros del agrupamiento o clado K y otras especies de *Pythium* y *Phytophthora* (Briard *et al.*, 1995; de Cock *et al.*, 2000; Lévesque & de Cock, 2004; Bedart *et al.*, 2006; Villa *et al.*,

2006). Por esta razón, de Cock *et al.* (2015) proveen evidencia molecular y filogenética para incorporar a las especies del clado K en el nuevo género *Phytopythium*.

Por otra parte, durante el mismo período de investigación *Uzuhashi et al.* (2010), propusieron el nombre *Ovatisporangium* para el clado K. Debido a esto, de Cock *et al.* (2015), compararon el género *Ovatisporangium* con el análisis molecular de la especie tipo de *Phytopythium*, y observaron que *Phy. sindhum* (Bala *et al.*, 2010) es un miembro del grupo descrito como *Ovatisporangium*. Por esta razón proponen que *Ovatisporangium* sea considerado un género inválido y que prevalezca la denominación de *Phytopythium* para las especies del clado K.

Considerando ambas propuestas, el planteo efectuado por de Cock *et al.* (2015) para el clado K presenta sólidas justificaciones, adoptándose el nombre de *Phytopythium* en este trabajo de tesis.

En Argentina dentro de este grupo sólo se encuentran *P. vexans* y *P. helicoides*. De acuerdo a los estudios filogenéticos de de Cock *et al.* (2015), en la Tabla 1 se actualiza la denominación de *P. vexans* por *Phytopythium vexans* (de Bary) Abad, de Cock, Bala, Robideau, Lodhi & Lévesque y de *P. helicoides* por *Phytopythium helicoides* (Drechsler) Abad, de Cock, Bala, Robideau, Lodhi & Lévesque.

### **Género *Phytophthora***

***Phytophthora bohemeriae*:** Fue citada por primera vez en Argentina afectando *Citrus sinensis* en Corrientes (Frezzi, 1941). Las secuencias de algunos de estos aislamientos (P1378, P3872 y P3880) mantenidos en Colección en USA, se han utilizado recientemente en estudios filogenéticos (Abad, com. pers.), en los cuales se observó que no se agruparon con la secuencia del aislamiento tipo de *Ph. boehmeriae* (P6950), aislada por Sawada (1927) de *Boehmeria nivea* en Formosa, Japón, ni con otras secuencias procedentes de la misma zona geográfica. Según los investigadores, esta evidencia molecular y filogenética permite postular actualmente que el aislamiento obtenido por Frezzi correspondería a una nueva especie (Gallegly & Hong, 2008; Abad, com pers.).

Además, *Ph. bohemeriae* fue citada en Argentina causando *Podredumbre basal y radicular* de *Chamelaucium uncinatum* (Wolcan & Lori, 2001). Sin embargo, estudios morfológicos y culturales más minuciosos identificaron como el agente causal de esta patología a *Ph. nicotianae* (Wolcan *et al.*, 2005). Esto fue confirmado con la

aplicación de análisis moleculares y de secuenciación de ITS realizados durante el presente estudio (Palmucci *et al.*, 2011).

Por lo expuesto, de acuerdo con los recientes estudios de los patógenos aislados de los dos únicos hospedantes, en épocas y localizaciones diferentes, estos resultados permiten expresar con certeza, que la especie *Ph. boehmeriae* nunca habría estado presente en Argentina.

***Phytophthora citricola***: En la presente revisión se la halló citada como *Ph. cactorum* var. *applanata* (Frezzi, 1950). Waterhouse (1957) comparó los aislamientos originales de *Ph. citricola* y *Ph. cactorum* var. *applanata* y concluyó que se trataba de la misma especie, priorizando la denominación de *Ph. citricola*, que es la que se adoptó en la Tabla 6.

Además, numerosos estudios morfológicos y moleculares han reportado diferencias entre los aislamientos de *Ph. citricola* de distintas procedencias (Kroon *et al.*, 2004; Jung *et al.* 2005; Bhat & Browne 2007; Moralejo *et al.* 2009; Jung & Burgess, 2009; Hong, 2011). Asimismo, Kong *et al.* (2003) y Gallegly & Hong (2008), usando SSCP fingerprinting dividen a *Ph. citricola* en 4 diferentes subgrupos. En la actualidad, *Ph. citricola* se reconoce como un “complejo de especies”, integrado por *Ph. plurivora* (Jung & Burgess, 2009), *Ph. multivora* (Scott *et al.*, 2009), *Ph. pini* (Gallegly *et al.*, 2010), *Ph. capensis* (Bezuidenhout *et al.*, 2010) y *Ph. acerina* (Ginetti *et al.*, 2013), reteniéndose la designación *Ph. citricola* sólo para aislamientos cuya morfología e información de secuencia tengan una coincidencia exacta con el aislamiento tipo (CBS 221.88). De acuerdo con estos resultados y dado que no se cuenta con estudios moleculares en los aislamientos de los registros de la revisión, en la Tabla 6 se los consideró como integrantes del “complejo de *Ph. citricola*”.

***Phytophthora medicaginis***: Hansen & Maxwell (1991) proponen el nuevo binomio *Ph. medicaginis* E.M. Hansen & D. P. Maxwell para el patógeno específico de alfalfa, basados en estudios morfológicos, de patogenicidad y composición proteica de las especies integrantes del complejo *Ph. megasperma*, que incluye a *Ph. megasperma* f. sp. *medicaginis*. Desde entonces, *Ph. medicaginis* es la nomenclatura vigente, considerada sinónimo de esta última.

***Phytophthora lacustris*:** Entre las especies identificadas recientemente se encuentra *Ph. lacustris*. Fue citada por primera en el país, en las provincias de Río Negro y Neuquén, afectando peras en poscosecha y publicada con el nombre asignado en ese momento de *Ph. taxon Salixsoil* (Dobra *et al.*, 2011). Posteriormente ésta fue reasignada como *Phytophthora lacustris* Brasier, Cacciola, Nechwatal, Jung & Bakonyi (Nechwatal *et al.*, 2012).

***Ph. sojae*:** Kuan & Erwin (1980) efectuaron estudios sobre la especificidad de aislamientos obtenidos de *Glycine max* (soja), denominándolos como *Ph. megasperma* f. sp. *glycinea* Kuan & Erwin. Años después, Hansen & Maxwell (1991) consideraron a esta forma *specialis*, a *Ph. sojae* f. sp. *glycines* (Faris *et al.*, 1989) y a *Ph. megasperma* var. *sojae* (Kauf. & Gerd) Hildebr (1959), sinónimos de *Ph. sojae* Kauf. & Gerd (1958), como se los denomina desde entonces.

Finalmente, se incorporaron al listado de especies presentes en Argentina, las que fueron identificadas como resultado de los estudios efectuados durante la presente tesis: *P. splendens*, *P. sylvaticum*, *P. cylindrosporum*, *Ph. taxon kelmania*, *Phytophthium chamaehyphon* y dos nuevas especies de *Pythium*, denominadas *Pythium* sp. nov. 1 agente causal de una *Podredumbre radicular* de plantas de *Capsicum annum* (pimiento) y *Pythium* sp. nov. 2, causante de pudrición de raíces y cladodios de *Schlumbergera truncata* (zygocactus, Santa Teresita). Además, se incluyeron a *Ph. multivora* aislada de rhododendron (Grijalba *et al.*, 2013) y a *P. inflatum* (Grijalba *et al.*, 2011), *Phytophthium helicoides* (Grijalba *et al.*, 2014) y *Phytophthium* sp. nov. aisladas de suelo de cultivo de *Glycine max* (soja), cuya patogenicidad sobre este cultivo fue comprobada. Para esta última especie, Grijalba & Palmucci (2013) propusieron como nombre provisorio a *Phytophthium frezzii* ya que aún no fue realizada su publicación científica.

Con respecto a la cronología de las especies presentes en Argentina (Anexo I), al analizar los registros efectuados en el país, se observó que luego de que Frezzi (1956) publicara las 17 especies de *Pythium* identificadas en Argentina, transcurrieron más de 40 años hasta que en el año 2000 se hallara otra especie diferente: *P. tracheiphillum* afectando *Lactuca sativa* (lechuga) (Kiehr *et al.*, 2000). Otras publicaciones referidas a este género citaron nuevas relaciones hospedante-*Pythium* sp., sin identificar a la

especie. Recién a partir del año 2009, se identificaron y citaron por primera vez en el país a: *Pythium cylindrosporium* (Palmucci *et al.*, 2011c), *P. inflatum* (Grijalba *et al.*, 2011), *P. sylvaticum* (Palmucci *et al.*, 2011c) y *P. splendens* (Palmucci *et al.*, 2014a) y a *Phytopythium chamaehyphon* (Palmucci *et al.*, 2013b); *Phytopythium helicoides* (ex *P. helicoides*) (Grijalba *et al.*, 2014) y *Phytopythium frezii* sp. nov. (Grijalba *et al.*, 2013).

Durante el mismo periodo, son escasas y aisladas las publicaciones sobre nuevas asociaciones hospedante/*Pythium* efectuadas por otros investigadores (Pastor *et al.*, 2011; Meneguzzi *et al.*, 2011; Sandoval & Noelting, 2009).

En relación con los cultivos ornamentales, las citas de especies de *Pythium* previas al presente trabajo, que se refieren a enfermedades en especies florales, arbustos y flores para corte, fueron registradas por Frezzi (1950), en plantas principalmente de la Prov. de Córdoba y algunas en las Prov. de San Luis, Salta y Tucumán. Otras citas se refieren sólo a *Pythium* sp.

Una mención particular merece el caso del cultivo de soja, sustento actual de la economía de nuestro país. Recién a partir de 2011, se han realizado varias presentaciones en congresos, dónde se identifica a las especies de *Pythium* que se encuentran en los suelos bajo monocultivo de soja, causantes tanto de *damping off* en pre y post emergencia, como de la disminución en el rendimiento a causa de infecciones subclínicas (Grijalba *et al.*, 2011, Pastor *et al.*, 2011; Grijalba *et al.*, 2013, 2014). Los registros anteriores se refieren a nivel genérico (*Pythium* sp.) como causante de *damping off* (Botta *et al.*, 1997; Belmonte & Carrasco, 2006).

Esto se repite en otros cultivos extensivos, en los que tampoco se identifica cuál es la especie de *Pythium* que los afecta, hallándose registros en: alfalfa (Carrera, 1946); algodónero (Campagnac, 1985); maíz (Botta, 2001); olivo (Goldemberg & Castronovo, 1960; Babbitt *et al.*, 2000; Lucero *et al.*, 2005; Roca *et al.*, 2006); tabaco (Carrera, 1972; Catania, 1992; Castelló *et al.*, 1995; Alcoba *et al.*, 2005; Dummel, 2008) y yerba mate (Marchionatto, 1948; Rivera Flores, 1983).

Argentina destina millones de ha a cultivos extensivos (alfalfa, cereales, girasol, maíz, olivo, soja, tabaco, yerba mate, etc.), en los cuales las condiciones ambientales como la calidad del sitio de plantación (textura y estructura, nutrición mineral, desnivel del terreno), pueden causar síntomas de clorosis y marchitamiento semejantes a los ocasionados por las infecciones de *Pythium* spp. Sin embargo, debido a la falta de aislamientos certeros, el uso de técnicas y medios específicos para cultivar a estos

patógenos y la dificultad de identificar morfológicamente a las especies, la mayoría de las veces estos síntomas son atribuidos al ambiente, dejando muchas patologías sin reportar, o en el mejor de los casos, sin identificar, lo cual explicaría el escaso número de citas realizadas durante tantos años.

Por otra parte, especies como *P. graminicola* que a nivel mundial afecta numerosos géneros y especies de la familia Poaceae (cereales, forrajeras, céspedes), es notable que en Argentina se encuentre citada sólo en *Saccharum officinarum* (Vázquez de Ramallo, 1985) y en *Pennisetum clandestinum*, siendo éste el único registro en céspedes.

Dado que *Pythium* es un género muy cosmopolita, que afecta a casi todos los cultivos, con 160 especies citadas en el mundo, es de esperar que el listado de las especies presentes en Argentina, así como las asociaciones con hospedantes susceptibles, sea muy superior al registrado. Las pocas publicaciones existentes señalan las dificultades para el aislamiento y sobre todo para la identificación de las especies de *Pythium* por parte de los fitopatólogos.

En el caso de *Phytophthora*\*, hasta la década de los '70 se llevaron a cabo la mayoría de las identificaciones de las especies presentes en el país. A partir del 2005 fueron determinadas otras especies: *Ph. fragariae* (Alcoba *et al.*, 2005) y *Ph. austrocedrae* Greslebin & Hansen (Greslebin *et al.*, 2005). Además, se aislaron de suelo rizosférico de *Austrocedrus chilensis* a *Ph. cambivora* Petri (Buisman), y de cursos de agua en contacto con estos árboles, a *Ph. gonapodyides* (Petersen) Buisman, *Ph. taxon Pgchlamydo* y *Ph. taxon Raspberry* (Greslebin *et al.*, 2005). En estos últimos años, fueron identificadas, *Ph. lacustris* (ex. *Ph. taxon "Salixsoil"*) (Dobra *et al.*, 2011); *Ph. taxon kelmania* Abad & Abad (Palmucci *et al.*, 2011) y *Ph. multivora* (Grijalba *et al.*, 2013; Grijalba & Palmucci, 2014).

Sin embargo, si bien fueron escasas las citas sobre especies registradas por primera vez en el país, al igual que en *Pythium*, se efectuaron numerosas presentaciones a Congresos y en menor proporción publicaciones referidas a patosistemas que afecta-

\*Citas en el ítem Bibliografía citada o en AnexoII.

-ron cultivos de importancia económica como: *Ph. infestans-Solanum tuberosum* L. (Calderoni, 1978; Mantecon 1987, 1989, 2009; Mantecon & Escande 1984, 1985 a, b; Van Damme & Ridao, 1994; Van Damme *et al.*, 1997; Kessel *et al.*, 2010; Lucca & Huarte, 2012, entre muchos), *Ph. sojae-Glicine max* (L.) Merr. (Barreto *et al.*, 1991; 1995, 1998 a, b; Barreto & Vallone, 1997; Ploper *et al.*, 1998, 1999; Gally *et al.*, 2007; Grijalba *et al.*, 2011, 2014) y *Ph. capsici-Capsicum annum* L. (Galmarini *et al.*, 1991, 1995; Galmarini & López Frasca, 1998; Roig *et al.*, 2009; Gobena *et al.*, 2012, Irribarren *et al.*, 2012 a, b; 2013, entre muchos).

Por otra parte, desde 2006, la Dra Lucero, el Dr Pizzuolo y colaboradores efectúan en la Prov. de Mendoza, estudios sobre la etiología, patogenicidad, comportamiento varietal y medidas de control (con *Trichoderma* spp. autóctonas, fostitos y extractos vegetales) de especies de *Phytophthora* involucradas en la muerte de cerezos, olivos y otros frutales de la región (Lucero *et al.*, 2006, 2007, 2011; Vettraino *et al.*, 2009).

Otros trabajos fueron realizados por las Ings. Agrs. Mirta Rossini, Alicia Dobra y colaboradores en el Alto Valle del Río Negro y Neuquén, referidos a las pudriciones radiculares y del cuello de frutales de pepita, ocasionadas por *Ph. cactorum* (Rossini & Di Miasi, 1996, 1997; Rossini, 1999 y otros). El patosistema *Ph. cactorum* también ha sido investigado en cultivos de frutilla del Noreste de la provincia de Buenos Aires (González *et al.*, 2003 a, b).

En todas las publicaciones anteriormente mencionadas, se observa que fueron investigados diversos aspectos de la epidemiología y manejo fitosanitario de las patologías presentes en las diversas regiones del país. Si bien estos estudios abarcaron los principales cultivos, no se hallaron desde la década del 60 publicaciones referidas a enfermedades ocasionadas por especies de *Phytophthora* en árboles o arbustos cultivados, siendo Frezzi (1949, 1950, 1956) quien ha citado la mayor parte de las enfermedades que se conocen actualmente. Desde entonces se han efectuado escasos registros. En ecosistemas naturales, Greslebin *et al.* (2007) identificaron y describieron a *Ph. austrocedrae*, como el agente causal del *Mal del ciprés*, grave epidemia que afecta grandes extensiones boscosas en la Patagonia.

Con respecto a las publicaciones en los cultivos ornamentales previas al presente trabajo, se observa que hay muy pocas citas de enfermedades en especies florales o arbustos. Estas fueron halladas principalmente en la Prov. de Córdoba por Frezzi (1950; 1977), en la Prov. de Buenos Aires (Marchionatto, 1950; Carranza 1963) y en plantas de

interior en la Prov. de Corrientes (Cúndom & Cabrera, 2004; Cúndom *et al.*, 2004, 2006). En patologías de flores para corte, en la zona productiva de La Plata, se encontraron algunas publicaciones y presentaciones en Congresos de Wolcan *et al.* (2005, 2007) y de Wolcan & Ronco (2006).

Además si consideramos los antecedentes del género *Phytophthora* en el país, frente a los cambios producidos en la sociedad argentina en los últimos años, podemos señalar que las enfermedades ocasionadas por este género en plantas ornamentales, sobre todo en árboles, arbustos y palmeras, constituyen áreas de vacancia en dónde se deberán encarar futuros estudios. Estos son priorizados en muchos países de América del Norte y Europa, debido a que las plantas de viveros de producción o venta al público pueden albergar Oomycetes potencialmente peligrosos para los ecosistemas naturales, montes frutales, árboles y arbustos ornamentales del espacio verde público y privado. Esta situación deberá ser considerada por los investigadores fitopatólogos y organismos de financiación de proyectos científicos.

Si analizamos algunos de los cambios sociales, en el plano urbanístico se observa el auge de los barrios cerrados y countries en constante expansión desde el año 2003 (Federación Argentina de clubes de campo-FACC). Estos tipos de edificación se caracterizan por el uso de árboles y arbustos en cortinas y protecciones perimetrales y el aumento de las parquizaciones y jardines privados, donde predominan plantas arbustivas, herbáceas y florales. El mal uso de los sistemas de riego, la utilización de suelos o sustratos con baja infiltración y el inadecuado manejo fitosanitario favorecen la aparición de las enfermedades.

Con respecto a la producción de palmeras, hace unos 20 años comenzaron a utilizarse en la ornamentación de calles y avenidas en diversos municipios bonaerenses, lo cual se incrementa año tras año. Es necesario acompañar esta expansión con relevamientos de sus enfermedades, entre las cuales, para ciertas especies son comunes en el mundo las ocasionadas por especies de *Phytophthora*.

Finalmente, incluidas las asociaciones halladas en el presente estudio, el status o inventario en Argentina hasta 2014 es de 23 especies de *Pythium* (una reclasificada como *Phy. vexans*), 2 *Pythium* sp. nov., 3 especies de *Phytopythium* (*Phy. chamaehyphon*, *Phy. helicoides* y *Phy. vexans*) y 1 *Phytopythium*. sp. nov., en 280 relaciones huésped-patógeno (Tabla 3).

Para *Phytophthora* se han registrado 21 especies y 3 taxones, en 223 relaciones hospedante-patógeno, comprobándose la patogenicidad de 21 de estas especies (Tabla10).

Este actual inventario de especies de *Phytophthora* en Argentina, puede relacionarse con lo publicado recientemente por Scott *et al.* (2013) en los Estados Unidos, donde los autores hacen referida al número de especies de *Phytophthora* registradas en distintos países y relacionan este parámetro con el desarrollo económico. En 30 países se encontraron más de 10 especies, mientras 108 presentaron menos de 10 cada uno y 33 sólo una especie. Los países con mayor número de registros fueron: Estados Unidos (69); Australia (39) y Reino Unido (35). En Sudamérica, Brasil con 21 especies ocupó en primer lugar, seguido por Argentina (15) y Chile (13). En opinión de Scott *et al.* (2013), “*todos los países con más de 20 especies citadas están económicamente desarrollados y es muy poco probable que los menos desarrollados tengan menos especies*”. El autor plantea que “*los países ricos destinan más dinero para la investigación fitopatológica y por lo tanto para identificar y registrar especies de Phytophthora*”, siendo ésta la causa de las pocas citas que tienen los países menos desarrollados”. Asimismo “*las especies de Phytophthora tienen un mayor impacto en los países menos desarrollados que son más dependientes de la agricultura y la vida de subsistencia y tienen menos recursos para investigar las enfermedades de las plantas*”. Discrepando con lo afirmado por Scott *et al.* (2013), este razonamiento, si bien puede ser válido para países con economías de subsistencia, no puede ser generalizado. En el listado presentado con menos de 20 especies se encuentran países como Chile, Argentina, Suecia, Bélgica, Irlanda y Bulgaria, y con menos de 10 especies, Suiza, Rusia, Noruega, Bélgica, Luxemburgo, Finlandia y Dinamarca, países desarrollados o en desarrollo, según los estándares económicos que se consideren. Sin embargo, sí es válida su afirmación referida al mayor apoyo económico a la investigación por parte de los países desarrollados. En este punto, debe además considerarse, la distribución de los financiamientos de acuerdo con las prioridades dispuestas en cada país y la presencia de investigadores formados en la temática.

Por otra parte, hay que destacar que el número de especies para Argentina del cual parten Scott *et al.* (2013) para su análisis, es erróneo y menor al real al tiempo de su publicación. Si consideramos el número actual de especies, Argentina se posiciona como el que tiene más registros en Latinoamérica y está entre los más destacados en el mundo.

Por último, es necesario remarcar que las citas sobre hallazgos de especies de los géneros *Pythium* y *Phytophthora* presentes en Argentina, han estado ligadas no sólo a condiciones ambientales, fitogeográficas o a la presencia de hospedantes susceptibles, sino al trabajo de grupos de investigación formados en el conocimiento de estos organismos y de las patologías que ocasionan, capaces de identificarlas. Es de esperar, que en los próximos años la formación de nuevos recursos humanos en esta especialidad, permitan un más vasto conocimiento de la biodiversidad de especies presentes en la región y en el país.

## **PROSPECCIÓN DE ENFERMEDADES EN EL CINTURÓN VERDE LA PLATA-BUENOS AIRES Y OTRAS ÁREAS DE INTERÉS**

Para cada género se analizó la distribución de las especies identificadas, las asociaciones y el hábito nutricional en relación a los antecedentes nacionales e internacionales, la introducción y dispersión del inóculo y su relación con el manejo integrado de las enfermedades y aspectos referidos a la identificación morfológica-molecular de los aislamientos. Algunas problemáticas específicas de cada especie se mencionaron brevemente y fueron expuestas en detalle en el ítem Comentarios.

La producción de plantas ornamentales moviliza importantes inversiones a nivel mundial. Desde su siembra o plantación hasta llegar a su estado de comercialización, los daños ocasionados por las enfermedades producen severas pérdidas económicas. Entre los patógenos que las causan, se encuentran diferentes especies de *Pythium* y *Phytophthora*. Por esta razón se han llevado a cabo investigaciones para la identificación de estas patologías y para la selección de las tácticas de manejo más adecuadas para cada enfermedad.

En Argentina, la prospección efectuada, si bien se ha focalizado en una región y en cultivos ornamentales, constituye el primer estudio que se realiza en el país desde las publicaciones de Frezzi (1950, 1956), referidas a las especies fitopatógenas de *Pythium* y de *Phytophthora*. Frezzi caracterizó e identificó los aislamientos que recolectó en la provincia de Córdoba y otros que le fueron enviados desde diferentes regiones del país, exponiendo un vasto panorama de los patógenos, las enfermedades y su localización, el cual requería, luego de pasados tantos años, ser ampliado y actualizado.

Si analizamos los trabajos llevados a cabo en el Cinturón verde La Plata-Buenos Aires, principal zona productora de cultivos ornamentales y florícolas de la provincia y del país, solo se encontraron algunos datos publicados sobre la presencia de estos géneros, correspondiendo la mayoría a presentaciones en Congresos o Jornadas de la especialidad.

Sobre especies de *Pythium* se hallaron citados: *P. ultimum* en *Cattleya* spp. (Jauch, 1955) y en *Dianthus caryophyllus* (Carrera, 1955); *P. aphanidermatum* en *Euphorbia pulcherrima* (Palmucci & Grijalba, 2007); *P. acanthicum* afectando *Lavandula* sp. y *Origanum vulgare* (Sandoval *et al.*, 2009). Otras citas sin identificación de la especie fueron realizadas por Palmucci & Grijalba (2003), quienes aislaron *Pythium* sp. de *Fuchsia magellanica*; Grego & Wolcan (2005) de *Spathiphyllum wallisii*, Wolcan & Grego (2004) de *Impatiens wallerana*, *Impatiens x hawkerii* y Wolcan & Grego (2005) de *Lavandula dentata* y *Lavandula x intermedia*.

De lo expuesto, se observa el escaso número de relaciones hospedante-patógeno en plantas ornamentales afectadas por las especies de *Pythium*, el cual ha ido incrementándose desde el año 2009, principalmente debido a las nuevas asociaciones halladas en este trabajo.

En el presente estudio y como resultado de la caracterización e identificación de especies provenientes de la prospección 2009-2012 y de prospecciones anteriores (2000-2009-Colecciones), se identificaron a *P. aphanidermatum*, *P. cylindrosporum*, *P. dissotocum*, *P. graminicola*, *P. intermedium*, *P. irregulare*, *P. spinosum*, *P. splendens*, *P. sylvaticum*, *P. ultimum* var. *ultimum*, *P. ultimum* var. *sporangiiferum* y 2 *Pythium* sp. nov. De estas especies, *P. ultimum*, *P. irregulare* y *P. aphanidermatum*, se encontraron presentes en localidades tanto de la zona Norte como de la zona Sur del Cinturón verde La Plata-Buenos Aires. Además, *P. ultimum* es en esta región la especie patógena asociada a más cultivos ornamentales, seguida por *P. aphanidermatum* y *P. irregulare*. Esta distribución es concordante, con otros hallazgos a nivel mundial, que consideran a las mencionadas especies con un amplio rango de hospedantes: para *P. ultimum* hay registros en 335 hospedantes, en tanto que *P. aphanidermatum* presenta 290 y *P. irregulare* 230 (Farr & Rossman, 2015).

*P. ultimum* se encontró asociado a plantas enfermas de *Actinidia deliciosa*, *Dianthus caryophyllus*, *Euphorbia pulcherrima*, *Gazania rigens* y *Ocimum basilicum*. A excepción del clavel (Carranza, 1955), todas estas asociaciones son citadas por primera

vez en el país. Estas patologías han sido encontradas en otros países, siendo frecuentes en *Euphorbia pulcherrima* (Scheffer & Haney, 1956; Moorman, 1986; French, 1989; Moorman *et al.*, 2002 y en *Ocimum basilicum* (Alfieri *et al.*, 1984; Garibaldi *et al.*, 1997).

En el caso de *P. aphanidermatum*, en la presente investigación fue aislado de *Nicotiana tabacum* creciendo en sistemas flotantes de las Provincias de Salta y Jujuy y en *Spinacea oleracea* cultivada en las cercanías de La Plata, citándose por primera vez en ambos hospedantes. Según las referencias bibliográficas, es un patógeno de aparición común en cultivos de tabaco en hidroponía (Herrero *et al.*, 2003; Ho, 2013) o en camas de siembra (Subhashini & Padmaja, 2009) y en cultivo de *Spinacea oleracea* (Hirayama & Tojo, 1999). En *Euphorbia pulcherrima* fue hallado en la localidad de Garín afectando plantas ubicadas en camas de enraizamiento y en macetas de primer trasplante. Su aparición fue citada en Argentina previamente por Palmucci *et al.* (2007). En dicha oportunidad y durante la prospección se hallaron síntomas de pudrición de raíces y tallo y muerte de plantas jóvenes, y en plantas de primer repique disminución el crecimiento, clorosis y defoliación de hojas basales. Otros autores citan infecciones severas en plantas adultas, que ocasionan la disminución de los rendimientos, el acartuchamiento de las hojas y marchitamiento a causa de pudriciones radiculares (Moorman *et al.*, 2002).

*P. irregulare* fue obtenido de *Primula obconica*, *Impatiens wallerana* y *Scindapsus aureus*. No se hallaron registros previos en Argentina. Fue citada en Estados Unidos afectando *Primula obconica* (Anonymous, 1960; French, 1989) e *Impatiens* sp. y *Primula* spp. (Daughtrey *et al.*, 1995, Moorman *et al.*, 2002).

Además, considerando al hospedante, tabaco y poinsettia fueron los únicos afectados por dos especies de *Pythium*: en *Nicotiana tabacum* (*P. aphanidermatum* y *P. dissotocum*) y en *Euphorbia pulcherrima* (*P. aphanidermatum* y *P. ultimum*). (Tablas 14 y 16).

Otras especies como *P. cylindrosporum*, *P. sylvaticum*, *P. spinosum* y *P. intermedium* y dos nuevas especies de *Pythium* se hallaron en cultivos de las cercanías de La Plata. Contrariamente, *P. splendens*, *P. graminicola* y *Phytopythium chamaehyphon* se encontraron en localidades ubicadas al Norte de la región estudiada. En la zona Sur del Cinturón verde La Plata-Buenos Aires, se concentra la producción de lisianto, hospedante al cual se halló asociado *P. cylindrosporum* (Palmucci *et al.*, 2011c). Con relación a *P. splendens* (Palmucci *et al.*, 2014) y *Phy. chamaehyphon*

(Palmucci & Grijalba, 2013), ambos patógenos fueron aislados de plantas de azalea, cultivo que presenta en la zona Norte su principal área de producción. Además, estos resultados pueden ser atribuidos a que algunas de estas especies se hallan citadas en pocos hospedantes ornamentales, o a que teniendo un rango más amplio de plantas susceptibles, éstas no fueron prospectadas durante la presente investigación.

*P. cylindrosporium* es una especie aislada del suelo (Paul, 1992) que presenta muy pocos hospedantes. En los Estados Unidos se halló asociada a conejito (Moorman *et al.*, 2002) y en Bélgica afectando cultivos de lechuga (Van Beneden *et al.*, 2009). Otras publicaciones en Estados Unidos (Garrido *et al.*, 2012) y en México (Díaz Celaya, *et al.*, 2011) citan a esta especie en plantas florales sin especificar el hospedante. Del mismo modo, *P. sylvaticum* solo fue citada en Irlanda en dos hospedantes ornamentales: *Dieffembachia* sp. y *Rhododendron* sp. y *P. intermedium* en *Tulipa gesneriana*, *Begonia* sp. y *Begonia x tuberhybrida* en los Estados Unidos, *Hyacinthus* sp. en Holanda, *Narcissus* sp. en Escocia, *Pelargonium* spp. (Daughtrey *et al.*, 1995) y *Portulacca oleracea* en Canadá (Farr & Rossman, 2015). En el caso de *Pythium spinosum*, el cual fue aislado de *Hebe speciosa* de cultivos de Abasto-La Plata, se hallaron antecedentes de esta especie afectando a *Hebe odorata* en Nueva Zelanda (Robertson, 1980), encontrándose además citada en: *Hebe* sp., *Anthurium andraeanum*, *Aphelandra squarrosa*, *Erica* sp. y *Fuchsia hybrida* en Nueva Zelanda; *Antirrhinum majus* en China, Sudáfrica y Taiwan; *Camellia sinensis* y *Gardenia jasminoides* en Japón; *Impatiens* sp. y *Saintpaulia ionantha* en Estados Unidos (Daughtrey *et al.*, 1995) y *Zinnia* sp. en Holanda (Farr & Rossman, 2015) .

Por otra parte, si consideramos la distribución de las especies de *Pythium* que afectan plantas ornamentales en el país, *P. ultimum* ocupa el primer lugar, seguida por *P. debaryanum*, *P. irregulare* y *P. aphanidermatum*. Sin embargo, en este estudio *P. debaryanum* no fue aislada. Esta especie afecta a numerosos cultivos oleaginosos, hortícolas y cereales (Frezzi, 1956), los cuales no fueron prospectados. Tampoco se halló en especies donde fue citada, las cuales se encuentran presentes en el Cinturón verde La Plata- Buenos Aires, como florales de estación: *Antirrhinum majus* (conejito), *Ageratum* sp. (agerato), *Calendula officinalis* (caléndula), *Celosia cristata* (cresta de gallo), *Limonium* sp. (statice), *Matthiola* sp. (alelí), *Salvia splendens* (coral), *Zinnia* sp. (zinnia) y cultivos para flor de corte: *Gypsophila paniculata* (gipsófila) y *Limonium* sp.

(statice) (Tabla 1). De estas especies solo se hallaron afectadas plantas de gipsofila de las cuales se aislaron a *P. ultimum* y a *Ph. taxon kelmania*.

Las diferencias halladas podrían atribuirse a varios factores, entre ellos principalmente la ubicación geográfica, que implica fundamentalmente variaciones climáticas y en la composición del suelo: *P. debaryanum* fue aislada en la década del '50, de plantas ornamentales en la Prov. de Córdoba. En más de 50 años, entre otras variables podemos considerar que los hospedantes difundidos por entonces para la ornamentación de jardines, si bien se continúan produciendo, no son actualmente los más difundidos, además hubo cambios en el uso y tipo de sustratos, en las variedades comercializadas y en algunas prácticas de cultivo.

En la región bonaerense, en plantines florales en etapa de almácigo y primer trasplante, se encontraron diferentes asociaciones: *Primula obconica* e *Impatiens wallerana* fueron afectadas por *P. irregulare* (Palmucci *et al.*, 2011d), en tanto que de *Gazania rigens* y *Euphorbia pulcherrima* se aisló a *P. ultimum* (Palmucci *et al.*, 2014a) y de *Poligala myrtifolia* a *P. ultimum* var. *sporangiiferum* (Palmucci *et al.*, 2011d). También, en prospecciones realizadas en los Estados Unidos, Moorman *et al.* (2002), analizaron el ITS de 20 especies presentes en cultivos florales e identificaron a *P. aphanidermatum* y *P. ultimum* afectando a *Euphorbia pulcherrima* y a *P. irregulare* en *Impatiens* sp., asociaciones que como ya fuera expresado, se encontraron en viveros de la zona Norte y en las cercanías de la ciudad de La Plata, respectivamente.

Para las especies de ***Phytophthora***, las citas registradas previamente en la región bonaerense fueron: *Ph. citrophthora* afectando *Juglans regia* (Marchionatto, 1948); *Ph. drechsleri* en *Senecio cruentus* (Carranza, 1963); *Ph. nicotianae* en *Catharanthus roseus* (Rivera *et al.*, 2000) y *Chamaelaucium uncinatum* (Wolcan *et al.*, 2005); *Ph. cryptogea* en *Actinidia deliciosa*, *Gerbera jamesonii*, *Ocimum basilicum*, *Salvia officinalis*, *Callistephus chinensis* (Wolcan & Ronco, 2006); *Gypsophila paniculata* (Wolcan *et al.*, 2007) y *Diefenbachia picta* (Grijalba *et al.*, 2008).

Durante la prospección se identificaron a *Ph. capsici*, *Ph. cinnamomi*, *Ph. cryptogea*, *Ph. kelmania* y *Ph. nicotianae*.

Las especies con mayor distribución y hospedantes afectados fueron *Ph. nicotianae* y *Ph. cinnamomi*, ambas aisladas de localidades ubicadas en las zonas Norte,

Oeste y Sur del Cinturón verde La Plata-Buenos Aires. *Ph. cinnamomi* además fue hallada en muestras provenientes de las Prov. de Entre Ríos y Tucumán.

Por el contrario, *Ph. cryptogea* presentó una amplia distribución en cultivos de gerbera de las cercanías de La Plata, donde fue hallada en diferentes años, y en otro cultivo de gerbera de la zona Norte. Esta distribución se debe al carácter endémico de la *Podredumbre de la corona* ocasionada por la presencia de las estructuras de supervivencia del patógeno en los suelos arcillosos de la región. Otra especie hallada solamente en la zona Sur fue *Ph. taxon kelmaniana*.

Si comparamos estos resultados con las asociaciones por tipo de cultivo en Argentina, hasta el 2009 había 7 especies de *Phytophthora* citadas afectando a los cultivos ornamentales, en tanto que alrededor del mundo, desde fines de los 80s, se registraron más de 30 (Pérez Sierra & Jung, 2013). Las especies que en nuestro país presentan el mayor número de hospedantes afectados, son *Ph. nicotianae* y *Ph. citrophthora*. Esto es coincidente con prospecciones llevadas a cabo por Cacciola *et al.* (2008) en Italia y Moralejo *et al.* (2009) en España, quienes citan a *Ph. nicotianae* como una de las especies más difundidas en plantas ornamentales.

En el Cinturón verde La Plata- Buenos Aires, como fuera expresado, anteriormente, *Ph. nicotianae* se halló asociada a diversos hospedantes cultivados en diferentes localidades, en cambio *Ph. citrophthora* no fue encontrada. Esta especie afecta principalmente árboles (acer, araucaria, álamo, brachichito, castaño, falsa caoba, falsa acacia, nogal, paraíso, pino y tala), frutales (cítricos, kunquat, guayaba, granado), hortalizas (garbanzo, pepino, pimiento, perejil, tomate, zapallo, zapallito de tronco) y plantas ornamentales como *Bignonia* sp. (bignonia), *Clerodendron* sp. (clerodendro, jazmín de Arabia), *Hedera helix* (hiedra), *Nerium oleander* (laurel de flor), *Ruta* sp. (ruda), florales de estación como *Antirrhinum majus* (conejito), *Catharanthus roseus* (vinca), *Gloxinia* sp. (gloxinia), *Gomphrena* sp. (siempreviva), *Salvia splendens* (coral) y entre las flores para corte: *Dianthus caryophyllus* (clavel) y *D. sinensis* (clavelina) (Tabla 6). De estas especies solo fueron prospectadas conejito, clavel y vinca, aislándose de esta última a *Ph. nicotianae*.

Dado que el relevamiento abarcó un amplio rango de hospedantes y comprendió diversas localidades, la no aparición de *Ph. citrophthora* obedecería a los mismos supuestos planteados para *Pythium*. Todos los registros previos en hospedantes susceptibles fueron hechos por Frezzi (1950, 1977) en la Prov. de Córdoba, salvo el de nogal europeo, que fue citado en diferentes provincias, incluida Buenos Aires (Tabla 6).

La influencia del sitio, modificado por variables climáticas y de composición del suelo estaría explicando la diferente composición de la población de especies de *Phytophthora*, unido a esto los cambios en las prácticas culturales aplicadas a los cultivos durante las últimas décadas, y posibles diferencias en la susceptibilidad de los hospedantes motivados por el uso de nuevos materiales genéticos.

Por otra parte, si consideramos la diversidad de especies patógenas aisladas de cada especie botánica, observamos que entre los cultivos evaluados durante estas investigaciones, *Rhododendron indicum* fue el hospedante del cual se aisló la mayor cantidad y variedad de Oomycetes: *Ph. cinnamomi*, *P. splendens* y *Phytophthora chamaeaphon*. Los dos últimos patógenos se citan por primera vez en el país. Contrariamente, *Ph. cinnamomi* fue hallada en 1949 afectando *Rhododendron indicum* y *Rh. sp.* (Frezzi, 1950), en la localidad de Campana, Provincia de Buenos Aires. En el mundo, otras especies de *Phytophthora* pueden afectar a este hospedante: *Ph. inflata* Caroselli & Tucker en Inglaterra, Canadá y Estados Unidos (Caroselli & Tucker, 1949, citado por Cline *et al.*, 2008), *Ph. siskiyouensis* Reeser & E. M. Hansen en Estados Unidos y Australia; ambas provocando canchros y *Ph. heveae* A. Thomps., en Asia, Australasia, Estados Unidos y Brasil (Thompson & Johnston, 1953) ocasionando además podredumbre, tizón y *dieback*. Cabe destacar que en las plantas evaluadas durante esta prospección nunca fueron observados canchros. También han sido citados síntomas de *dieback*, manchas foliares y tizón, ocasionados por *Ph. hedraiaandra* de Cock & Man in 't Veld en Holanda, Eslovaquia y Estados Unidos (de Cock & Lévesque, 2004); *Ph. ramorum* Werres, de Cock & Man in 't Veld en Europa, Canadá y Estados Unidos (Werres *et al.*, 2001); *Ph. foliorum* Donahoo & Lamour en los Estados Unidos (Donahoo *et al.*, 2006); *Ph. insolita* Ann & W. H. Ko en Taiwan y Estados Unidos (Testa *et al.*, 2005) y *Ph. multivora* en Australia (Scott *et al.*, 2009), Sudáfrica, países de Europa, Asia, Canadá y Estados Unidos. Recientemente fue identificada en Argentina (Grijalba *et al.*, 2013; Grijalba & Palmucci, 2014), causando manchas características de color marrón oscuro a negras, ubicadas en ambas caras de las hojas, cercanas al ápice y márgenes, síntomas que difirieron de los causados por *Ph. cinnamomi*, donde los bordes de las hojas se doblaron hacia abajo y se produjo además *dieback* y necrosis.

Con respecto a los otros hospedantes, la mayoría de ellos se hallaron asociados a una sola especie de *Pythium* o de *Phytophthora*. En pocas asociaciones se encontraron una especie de *Pythium* y dos de *Phytophthora*, o dos especies de *Phytophthora*. Esta situación se observó en *Actinidia deliciosa* (*P. ultimum*, *Ph. cinnamomi* y *Ph. taxon*

*kelmania*) y en los cultivos de *Gypsophila paniculata* (*Ph. taxon kelmania* y *Ph. nicotianae*) y *Gerbera jamesonii* (*Ph. cryptogea* y *Ph. taxon kelmania*)

Desde el punto de vista productivo, las plantas ornamentales, sobre todo las que se comercializan en maceta y los plantines, comparten el invernáculo temporalmente con diversas especies, que a su vez se rotan a lo largo del año a fin de satisfacer las demandas del mercado (Morisigue *et al.*, 2012). De allí la importancia de conocer el hábito nutricional de los patógenos, para lo cual la identificación de especies de *Pythium* y *Phytophthora* presentes en viveros o centros de venta al público, es de suma importancia, ya que representa el primer paso para el desarrollo de estrategias de manejo efectivas.

Entre las enfermedades diagnosticadas, diferentes especies del género ***Pythium*** han sido identificadas provocando muerte de plántulas en pre y post emergencia (*damping off*) y causando, en plantas herbáceas y adultas, menor crecimiento y déficit de nutrientes debido a pudriciones radiculares, o de los tejidos aéreos jóvenes. Las especies identificadas fueron en su mayoría polífagas, como *P. ultimum* var. *ultimum* aislada de *Actinidia deliciosa*, *Euphorbia pulcherrima*, *Gazania rigens*, *Ocimum basilicum* y *Dianthus caryophyllus*; *P. irregulare* aislada de *Primula obconica*, *Impatiens wallerana*, *Scindapsus aureus*; o *P. aphanidermatum* de *Nicotiana tabacum*, *Euphorbia pulcherrima* y *Spinacea oleracea*).

Otras especies como *P. dissotocum*, *P. intermedium*, *P. spinosum*, *P. splendens* y *P. sylvaticum* si bien durante la prospección se han aislado de uno o dos cultivos diferentes, en la bibliografía internacional han sido identificadas como patógenas de un amplio rango de hospedantes (En: <http://www.cabi.org>, consultado diciembre 20 de 2014).

El único caso restringido a una familia botánica es el de *P. graminicola*, cuyos hospedantes incluyen a algunos miembros de la familia *Poaceae* (= *Gramineae*).

En el caso de *P. sylvaticum* aislado de *Cyclamen persicum* y *Lavandula x intermedia* y de *P. cylindrosporum* aislado de *Eustoma grandiflorum*, que son especies citadas por primera vez en el país, en ensayos preliminares se comprobó su patogenicidad en otros hospedantes, cuyo cultivo es común en viveros (*Antirrhinum majus*, *Bellis perennis* y *Senecio cruentus* para *P. sylvaticum*, y *Lactuca sativa*, *Impatiens wallerana* y *Dianthus deltoides* para *P. cylindrosporum*). Estas pruebas deberían ampliarse con un mayor número de cultivos.

Asimismo, con las especies nuevas de *Pythium* (*Pythium* sp. nov. 1 y *Pythium* sp. nov. 2) o las que están en vías de descripción como *Ph. taxon kelmania*, también deberían ampliarse los estudios de patogenicidad.

Las especies de *Phytophthora* identificadas durante el presente estudio (*Ph. capsici*, *Ph. cinnamomi*, *Ph. cryptogea*, *Ph. nicotianae* y *Ph. taxon kelmania*) fueron encontradas asociadas a un diverso rango de hospedantes, tanto en plantas ornamentales (*Catharanthus roseus*, *Chamelaucium uncinatum*, *Dieffenbachia picta*, *Gerbera jamesonii*, *Gypsophila paniculata*, *Hebe speciosa*, *Primula obconica*, *Schlumbergera truncata*) como en forestales (*Casuarina cunninghamiana*), frutales (*Actinidia deliciosa* y *Vaccinium corymbosum*) y hortícolas (*Capsicum annuum*, *Cucurbita maxima*). Se hallaron diversos síntomas como tizones (en *Capsicum annuum*) canchales (*Casuarina cunninghamiana*), podredumbres de raíces (*Gerbera jamesonii*, *Gypsophila paniculata*, *Catharanthus roseus*, *Hebe speciosa*, *Primula obconica*, *Chamelaucium uncinatum*, *Dieffenbachia picta*, *Actinidia deliciosa*, *Vaccinium corymbosum*); podredumbre basal (*Actinidia deliciosa*, *Casuarina cunninghamiana*, *Dieffenbachia picta*, *Gerbera jamesonii*), cladodios y raíces (*Schlumbergera truncata*) y frutos (*Cucurbita maxima*). Algunas especies (*Ph. nicotianae*, *Ph. cinnamomi*, *Ph. taxon kelmania*) fueron aisladas de varios hospedantes mientras otras sólo se aislaron de uno o dos, tal el caso de *Ph. capsici* y *Ph. cryptogea*. La sintomatología observada fue coincidente con la citada por otros autores (Frezzi, 1950; Bakarcic, 1961; Gill *et al.*, 1977; Latorre *et al.*, 1991; Erwin & Ribeiro, 1996; Wolcan & Ronco, 2006; Wolcan *et al.*, 2007; Larach *et al.*, 2009; Orlikowski *et al.*, 2011).

Con respecto a la especificidad por un hospedante, todas las especies encontradas en la región en estudio son polífagas, si bien algunas a nivel mundial presentan un mayor número de hospedantes, como *Ph. nicotianae*, *Ph. cinnamomi* y *Ph. cryptogea*, otras como *Ph. capsici*, están más restringidas a cultivos de las familias Solanaceae y Cucurbitaceae, o en el caso de *Ph. taxon kelmania*, ha sido aislada de pocos hospedantes de diferentes familias botánicas.

En relación a la producción de plantas ornamentales otro aspecto a considerar es la introducción de nuevas enfermedades al inicio de un cultivo y su epidemiología en el cultivo ya establecido. Existen numerosas referencias acerca de la aparición de nuevas enfermedades ocasionadas por Oomycetes, luego de la introducción de una nueva

especie de plantas ornamentales en un país o región (Brasier, 2008; Moralejo *et al.*, 2009). En acuerdo con lo manifestado por diversos autores (Mooney & Cleland, 2001; Bohlen, 2006; Brasier, 2008), esto se debe a que el sistema radicular de las plantas ornamentales y la tierra adherida, son fuente de organismos patógenos potencialmente peligrosos para el nuevo hábitat de estas plantas. Estos organismos casi no causan daño a sus hospedantes en el centro de origen, ya que son parte de un ecosistema equilibrado natural que fue sometido a una evolución concertada. Sin embargo, pueden surgir problemas importantes si un patógeno se introduce en otra región del mundo donde las plantas nativas tienen poca resistencia y el patógeno no tiene enemigos naturales o antagonistas, pudiendo alterar la dinámica poblacional y estructura de las comunidades de plantas locales invadidas. Debido a esto, Moralejo *et al.* (2009), señalan que el comercio internacional de plantas se convierte en el vehículo principal entre el hábitat original a menudo a distancia del patógeno y el nuevo ecosistema invadido. Como ejemplo se puede citar a la introducción de *P. cinnamomi* en Australia, capaz de infectar a más de 3.000 especies de plantas (Hardham, 2005), hacia dónde probablemente, se extendió desde su presunto centro de origen en el sureste de Asia; y de *Ph. ramorum*, la cual también se cree originaria de Asia Oriental, y provocó la muerte súbita del roble en viveros de árboles en Europa y en la parte occidental de los Estados Unidos. En Argentina, Vélez *et al.* (2012) han comprobado que *Ph. austrocedrae* (Greslebin *et al.*, 2005) agente causal del *Mal del ciprés*, es una especie exótica. Así, las plantas ornamentales, debido al movimiento a través de un país o región, causado por su comercialización, o por traslados fuera del circuito comercial, tienen un importante rol en la diseminación de enfermedades.

Por tal motivo en muchos países de Europa, en Estados Unidos y Canadá se han encarado en los últimos años, inspecciones periódicas, prospecciones de enfermedades y análisis en el agua de riego y en el suelo relacionados a estos cultivos, tratando de detectar la presencia de especies de *Pythium* y *Phytophthora* (Borlikowski & Orlikoska, 2007; Hong *et al.*, 2008, 2010; Ivors & Greene, 2008; Schwingle & Blanchette, 2008; Moralejo *et al.*, 2009; Diaz Celaya *et al.*, 2011; Ghimire, *et al.*, 2011; Rivero, 2011; Stewart-Wade, 2011; Bienapfl & Balci, 2014). Estas medidas también deberán incentivarse en nuestro país y paralelamente tomarse los recaudos necesarios para evitar el ingreso de nuevas especies patógenas, implementando medidas adecuadas de cuarentena, como la exclusión del ingreso de plantas con tierra (Kelly *et al.*, 2003) y la

inspección de equipajes, no solo en fronteras aéreas, sino más aún en las extensas fronteras terrestres de la Argentina.

Como ya se expresara, las especies de *Pythium* y de *Phytophthora* pueden afectar todas las etapas del ciclo de producción, debido a su capacidad de sobrevivir tanto en restos de plantas (van der Plaats-Niterink, 1981; Erwin & Ribeiro, 1981) como de comportarse como saprótrofos en varios tipos de suelos (Martin & Loper, 1999), en otros hospedantes alternativos o en sistemas de irrigación (Hong & Moorman, 2005). La producción de plantas en vivero en sus diferentes formas y usos (flor para corte, plantas herbáceas de flor, de hoja o ambos, plantas de interior, producción de plantines enraizados u otro material propagativo, etc), con amplia difusión en el Cinturón verde que rodea las ciudades de Buenos Aires y La Plata, presenta entre sus inconvenientes el inadecuado manejo fitosanitario, tanto preventivo como curativo, de las enfermedades. Esta situación es comprobable por la información oficial y por los resultados de las investigaciones sobre las etiologías de las enfermedades presentes en la región. Según datos obtenidos en la Encuesta Florícola 2012 del Partido de La Plata, *realizada por el Gobierno de la Provincia de Buenos Aires y el INTA*, “el 87% de los productores manifestó no desinfectar el suelo y un 82 % no realizar análisis de agua ni del suelo. Se observó que en cuanto al asesoramiento en el uso de plaguicidas, el mismo es realizado principalmente por los proveedores de insumos (47%), las cooperativas (33%) y otro productor (20%); solo el 6% de los emprendimientos productivos accede a un técnico” (Villanova, 2013). Si consideramos el movimiento interno, la producción de plantas ornamentales de Argentina proviene principalmente del Cinturón verde La Plata-Buenos Aires que autoabastece a todo el país. Las plantas infectadas con síntomas leves o asintomáticas pueden comportarse como fuente de inóculo para otros cultivos sanos.

La producción de especies ornamentales se realiza mayormente bajo invernáculo, en los cuales las condiciones ambientales favorecen su crecimiento. Sin embargo, estas mismas condiciones son propicias para el desarrollo de los patógenos (elevada humedad ambiente, sistemas de riego, mayor densidad de plantación, etc.). Las patologías causadas por Oomycetes en plantas en maceta, presentan su dispersión e incidencia ligadas al inadecuado y/o excesivo manejo del riego y el uso de mezclas de sustratos que dificultan la filtración del agua en los contenedores o en las camas de enraizamiento. Por tratarse de cultivos que se conducen bajo cobertura, en condiciones semi-controladas, el efecto de los factores climáticos está más atenuado.

En numerosos trabajos de investigación se ha comprobado que el inóculo de las diferentes especies de *Pythium* o *Phytophthora*, puede ser transportado de un lugar a otro a través de suelo (Al-Sa'di *et al.*, 2007), o sustratos contaminados, entre ellos el musgo de turba (Favrin *et al.*, 1988; Kim *et al.*, 1975) y el agua de riego como vehículo de zoosporas (Hong *et al.*, 2002; Sanogo & Moorman, 1993; Stanghellini & Kronland, 1986; Sutton, 2006), o diseminarse a grandes distancias al comercializarse semillas, esquejes, plantines o plantas infectadas, a otros establecimientos minoristas o a particulares. También es favorecido por la reutilización de recipientes sin una previa y adecuada desinfección (bandejas, macetas, mesadas de enraizamiento) y en el caso de siembra mecánica por el uso de maquinaria no desinfectada (Mondino *et al.*, 2008). Fergusson & Jeffers (1999) aislaron varias especies de *Phytophthora*, entre ellas *Ph. cryptogea*, de mezclas de sustratos comerciales infectados para contenedores de plantas en viveros de Carolina del Norte (Estados Unidos). Además, el inóculo puede ser vehiculizado por el movimiento de los mosquitos (*Bradysia impatiens*) y moscas de la materia orgánica (*Scatella stagnalis*) (Jarvis *et al.*, 1993; Gardiner *et al.*, 1990; Goldberg & Stanghellini, 1990), especies que no se hallaron citadas en Argentina. De esta forma, en diferentes momentos del ciclo productivo, el inóculo puede ser introducido en un cultivo sano. Posteriormente la infección puede producirse durante la manipulación de las bandejas, debido a su colocación sobre el suelo o superficies contaminadas, a causa de salpicaduras durante las tareas de riego o fertirrigación desde otras bandejas o superficies contaminadas, o por el agua contaminada proveniente del techo del invernáculo a través de roturas en el polietileno (Mondino *et al.*, 2008).

Otro aspecto a considerar es que los sustratos que se utilizan en los contenedores y medios de enraizamiento, así como en los sistemas recirculantes y la producción de cultivos en hidroponía, permanecen siempre húmedos, y en la zona radicular la diversidad microbiana y su densidad, son bajas en relación a las comunidades en suelos naturales, siendo por lo tanto sitios ideales para el desarrollo de los Oomycetes (Sutton *et al.*, 2006). Los plantines deben ser regados en forma uniforme y se debe mantener la humedad ambiente mediante un sistema de riego y de humificación, equipamientos que la mayoría de los productores de esta zona no poseen. Por esta razón, el riego en los invernáculos en general es manual con manguera y en un mínimo porcentaje por goteo o aspersión (Morisigue *et al.*, 2002; JICA-INTA 2003), lo cual implica generalmente su desuniformidad, causando que los plantines reciban excesos o presenten déficit hídricos (Barbaro *et al.*, 2009), favorecido aún más por la retención que tenga el sustrato que se

utilice como sostén para el enraizamiento. Entre las enfermedades halladas en el Cinturón verde Buenos Aires-La Plata y en otras áreas de interés, encontramos numerosos ejemplos dónde se observan estas condiciones de cultivo. Son los casos de las severas epidemias causadas por *P. dissotocum* y *P. aphanidermatum*, observadas en el cultivo de tabaco en piletones a cielo abierto (Salta y Jujuy); las pudriciones causadas por *P. ultimum* var. *ultimum* y *P. aphanidermatum*, en plantines de estrella federal en medio de enraizamiento Oasis® y por *Ph. capsici* en pimientos en contenedores (Pdo. de La Plata); las severas pudriciones de tallo y raíces o *damping off* causados por *P. irregulare* afectando primula y alegría del hogar y el *damping off* de plantines de gipsófila y clavel en camas de enraizamiento debido a *P. ultimum* var. *ultimum* (Buenos Aires y La Plata). En el caso particular del lisianto, cultivo muy sensible tanto a excesos como a déficit hídricos, estas son situaciones de riesgo para los plantines.

Tal como fuera expresado, de acuerdo a las condiciones que predisponen la aparición de estas patologías, el manejo del agua es fundamental, tanto el tipo de riego utilizado (por surco, goteo, inundación, aspersion) como la cantidad de agua aportada y su frecuencia de aplicación. Además, los cultivos en contenedores deben tener un buen drenaje, a fin de evitar las condiciones propicias para la dispersión e infección. En suelos contaminados o sospechosos de estarlo, para disminuir la cantidad del inóculo inicial se pueden realizar tratamientos por solarización, emplear métodos físicos (vapor de agua) o químicos, controlar el estado sanitario de las plantas madre, así como utilizar semillas tratadas con fitoterápicos específicos y material de implantación del cultivo (gajos, esquejes, bulbos, cormos) libre de patógenos (Jarvis, 1992; Erwin & Ribeiro, 1996; Agrios, 2005).

En los cultivos de flor para corte, implantados en el suelo de los invernáculos, las *podredumbres basales* ocasionadas por *Ph. cryptogea* y *Ph. taxon kelmanii* en *G. jamesonii*, y por *Ph. nicotianae* en *C. uncinatum* (flor de cera) y en *G. paniculata* (gipsofila), se han convertido en enfermedades endémicas de la zona productiva platense (Wolcan *et al.*, 2005; Wolcan & Ronco, 2006; Wolcan *et al.*, 2007; Palmucci *et al.*, 2011). Esto es apoyado por los estudios de Kröber (1980), citado por Erwin & Ribeiro (1981), el cual expone que en ausencia del hospedante susceptible, las oosporas de *Ph. cryptogea* puede persistir por 4 años en suelo esterilizado y 2 años en suelo no esterilizado. Unido a la producción de estructuras de resistencia de los Oomycetes que permanecen en el suelo y en el rastrojo, las características arcillosas del suelo de la

región y el sistema de producción predominante de monocultivo, favorecen la persistencia del inóculo y las enfermedades en la zona de cultivo estudiada.

Durante el presente estudio, salvo *P. dissotocum*, todos los aislamientos fueron identificados de acuerdo a sus características culturales y morfológicas, con asistencia de claves taxonómicas, las publicaciones de Frezzi (1950, 1956, 1977) y publicaciones de autores de las especies. Por otra parte, se obtuvieron secuencias de ITS que fueron comparadas con secuencias depositadas en el GenBank, permitiendo confirmar las identificaciones. Además se corroboró si la especie identificada por homología se correspondió con las características culturales, morfológicas y biométricas observadas en los aislamientos en estudio. Asimismo, en la construcción de los árboles filogenéticos se usaron las especies tipo y/o extipo y otras secuencias confiables.

La clasificación tradicional, basada en la caracterización morfológica y cultural del aislamiento, puede ser útil y determinante para identificar algunas especies con características netamente diferenciales. Sin embargo, en otros casos puede presentar limitaciones como la morfología de la colonia y la temperatura óptima de crecimiento. Éstos no son rasgos confiables, ya que pueden variar dependiendo del método utilizado, como por ejemplo, el efecto de los medios de crecimiento sobre la forma de la colonia y producción de estructuras, o del tejido del huésped en el tamaño de las oosporas. También pueden introducirse variaciones debidas a la ambigüedad en la descripción de los rasgos por los observadores (Erwin & Ribeiro, 1996).

Asimismo, en la caracterización molecular, si bien se produjeron importantes avances en los últimos años, aún hay inconvenientes para el reconocimiento de nuevas especies, pues en el GenBank se encuentran algunas secuencias cuya identificación es incorrecta o dudosa (no corresponden a la especie que reportan), junto a otras de correcta identidad. Debido a esto se consideró la homología con especies tipo, neotipo o extipo siguiendo lo propuesto por Abad *et al.* (2010), procurando dar firmeza a los resultados obtenidos.

De acuerdo a lo expuesto, ambas metodologías de identificación, morfológica y molecular, presentan algunas limitaciones y por lo tanto deben complementarse para resolver cualquier ambigüedad que se presente (de Cock & Lévesque, 2004).

En Argentina la aplicación de técnicas moleculares para la identificación y estudio de estas especies se incorporó a partir de 2005 para pocas especies de *Phytophthora*. La primera identificación por secuencia de ITS fue la realizada por

Greslebin *et al.* (2005) para identificar a las especies asociadas a la enfermedad llamada Mal del Ciprés (*Ph austrocedrae*, *Ph. syringae*, *Ph. cambivora*, *Ph. gonapodyides*, *Ph. taxon Raspberry* y *Ph. taxon Pgchlamydo*). Seguidamente, se identificaron *Ph. sojae* (Gally *et al.*, 2007; Grijalba *et al.*, 2011, 2013); *Ph. palmivora* (Lucero *et al.*, 2007); *Ph. cinnamomi* (Palmucci *et al.*, 2008); *Ph. nicotianae* (Vettraino *et al.*, 2009); *Ph. taxon Salix Soil* (Dobra *et al.*, 2011); *Ph. cryptogea* y *Ph. citrophthora* (Lucero *et al.*, 2011a, b) y *Ph. capsici* (Galmarini *et al.*, 2012; Iribarren *et al.*, 2013). Para los géneros *Pythium* y *Phytophythium*, las primeras identificaciones por técnicas moleculares y secuenciación de ITS fueron las obtenidas durante el presente estudio (Palmucci *et al.*, 2011 a, b; Palmucci & Grijalba, 2013). Si bien algunas de las especies de *Phytophthora* halladas en la prospección, ya habían sido citadas por Wolcan y colaboradores, se aplicaron por primera vez las técnicas moleculares para confirmar su identificación.

La correcta identificación de las especies nuevas halladas durante la prospección, deberán ajustarse a los nuevos lineamientos propuestos: Según Schroeder (2013) “*las futuras descripciones de nuevas especies deberían incluir múltiples aislamientos (si fuera posible áreas geográficamente diversas) con caracterizaciones morfológicas para dar una idea de la variación intraespecífica en estas características. Como mínimo, ITS y datos de la secuencia cox1, y compararse con los datos del Barcode of life Database (BOLD), con la secuenciación de loci adicionales (por ejemplo,  $\beta$ -tubulina) para resolver cualquier ambigüedad*” (Kroon, 2012).

Coincidiendo con de Cock & Lévesque (2004), la combinación de estudios morfológicos y moleculares deberían aplicarse con los Oomycetes patógenos aislados, de modo de obtener una precisa identificación de las especies de *Pythium*, *Phytophthora* y *Phytophythium* presentes en la Argentina. Además de su impacto científico-académico, estos resultados tendrán significancia socioeconómica al permitir un mejor y específico manejo integrado de estas patologías y aportarán conocimientos precisos para apoyar el comercio internacional. Asimismo, es imprescindible y de carácter estratégico, que los aislamientos de Pythiáceas obtenidos en el país, puedan ser depositados en ceparios locales reconocidos internacionalmente, asistidos por personal técnico con conocimientos específicos para el manejo de estas colecciones.

# **CONCLUSIONES**

## CONCLUSIONES

- ✓ Se recopilaron y actualizaron los antecedentes sobre la presencia de Pythiáceas en la Argentina, en relación con los distintos hospedantes afectados y su distribución en el país.
- ✓ La organización de la información obtenida, permitió ampliar el conocimiento de la diversidad y la distribución geográfica de las especies fitopatógenas de los géneros *Pythium* y *Phytophthora* en Argentina, actualizar el status o inventario y la denominación taxonómica de las especies, de acuerdo con los cambios en su sistemática que se produjeron en los últimos años. Los antecedentes recopilados fueron organizados y presentados en forma de Tablas, que permiten acceder a diferentes aspectos relacionados con estas patologías, en forma rápida y comparada.
- ✓ Hasta la fecha, en Argentina se han registrado 22 especies de *Pythium*, 2 *Pythium* sp. nov. y *Phy. chamaehyphon*, *Phy. helicoides*, *Phy. vexans*, y 1 *Phytopythium* sp. nov. (= *Ph. frezzii*), en 280 relaciones huésped-patógeno y 24 especies de *Phytophthora*, de las cuales 21 especies han sido reportadas como patógenas en 221 hospedantes; 1 aislada de suelo rizosférico y 2 de cursos de agua.
- ✓ Las especies de *Pythium* incluidas en el clado K, citadas para Argentina, fueron incorporadas como miembros del género *Phytopythium*.
- ✓ A la lista de especies de *Pythium* presentes en Argentina, que incluye a las publicadas por Frezzi (1956): *P. acanthicum*, *P. aphanidermatum*, *P. catenulatum*, *P. debaryanum*, *P. dissotocum*, *P. graminicola*, *P. intermedium*, *P. irregulare*, *P. mastophorum*, *P. oligandrum*, *P. periplocum*, *P. polymorphon*, *P. rostratum*, *P. spinosum*, *P. torulosum*, *P. ultimum* y *P. vexans* y a *P. tracheiphillum* (Kiehr et al., 2000), se incorporaron a *P. splendens*, *P. sylvaticum*, *P. cylindrosporium*, identificaciones efectuadas durante el desarrollo de la presente tesis y a *P. inflatum*. *P. vexans* se incluyó en el género *Phytopythium* como *Phy. vexans*, junto a *Phy. helicoides* y *Phy. chamaehyphon*.

- ✓ A a lista de especies de especies de *Phytophthora* presentes en Argentina, la cual incluye a las especies caracterizadas por Frezzi (1950): *Ph. boehmeriae*, *Ph. cactorum*, *Ph. cambivora*, *Ph. capsici*, *Ph. cinnamomi*, *Ph. citricola*, *Ph. citrophthora*, *Ph. cryptogea*, *Ph. drechsleri*, *Ph. fragariae*, *Ph. gonapodyides*, *Ph. infestans*, *Ph. medicaginis*, *Ph. megasperma*, *Ph. nicotianae*, *Ph. palmivora* y *Ph. syringae*, y a otras posteriormente citadas como *Ph. sojae*, *Ph. austrocedrae*, *Ph. lacustris* y *Ph. multivora*, se incorpora a *Ph. taxon kelmania*, identificada en este estudio y se suprime a *Ph. boehmeriae*.
- ✓ De la revisión de los antecedentes se observa que no se hallaron trabajos vinculados al estudio del estado fitosanitario de los viveros de producción de árboles y arbustos en relación a la presencia de Oomycetes fitopatógenos, lo cual es priorizado en muchos países debido a que éstos pueden albergar especies potencialmente peligrosos para los ecosistemas naturales, montes frutales, árboles y arbustos ornamentales del espacio verde público y privado.
- ✓ Se identificaron nuevas patologías y relaciones hospedante-patógeno causadas por especies de *Pythium*, de *Phytophthora* y de *Phytopythium* y se confirmó la presencia de las asociaciones ya citadas previamente para la región. Fueron encontradas 41 relaciones hospedante-patógeno, de las cuales 32 fueron citadas por primera vez en la región y 30 en el país.
- ✓ En el marco del presente estudio fueron caracterizadas e identificadas 18 especies de Oomycetes fitopatógenos, correspondiendo a 10 especies de *Pythium* (*Pythium aphanidermatum*, *P. cylindrosporum*, *P. dissotocum*, *P. graminicola*, *P. intermedium*, *P. irregulare*, *P. spinosum*, *P. splendens*, *P. sylvaticum*, *P. ultimum* var. *ultimum*, *P. ultimum* var. *sporangiiferum*), 2 *Pythium* sp. nov., 5 especies de *Phytophthora* (*Phytophthora capsici*, *Ph. cinnamomi*, *Ph. cryptogea*, *Ph. nicotianae*, *Ph. taxon kelmania*) y 1 *Phytopythium* (*Phytopythium chamaehyphon*) asociadas a 29 hospedantes pertenecientes a 24 familias botánicas.
- ✓ Las especies de *Pythium* provenientes de la prospección, de otras áreas de interés y de las colecciones, se encontraron asociadas a los siguientes hospedantes: *P. aphanidermatum*-*Euphorbia pulcherrima*, *Nicotiana tabacum* y *Spinacea oleracea*;

*P. cylindrosporum*-*Eustoma grandiflorum*; *P. dissotocum*-*Nicotiana tabacum*; *P. graminicola*-*Pennisetum clandestinum*; *P. intermedium*-*Impatiens x hawkerii* y *Spathiphyllum wallisii*; *Pythium irregulare*-*Primula obconica*, *Impatiens walleriana* y *Scindapsus aureus*; *P. spinosum*-*Hebe* sp.; *P. splendens*-*Rhododendron indicum*; *P. sylvaticum*-*Cyclamen persicum* y *Lavandula angustifolia*; *P. ultimum* var. *ultimum*-*Actinidia deliciosa*, *Dianthus caryophyllus*, *Gazania repens*, *Euphorbia pulcherima* y *Ocimum basilicum* y *P. ultimum* var. *sporangiiferum*-*Polygala myrtifolia*. Dos nuevas especies de *Pythium*, con las que se comenzaron los estudios para llegar a su descripción, fueron halladas afectando *Capsicum annum* y *Schlumbergera truncata*.

- ✓ Para las especies de *Phytophthora* provenientes de la prospección, de otras áreas de interés y de las colecciones, las asociaciones halladas fueron: *Ph. capsici*-*Capsicum annum*; *Ph. cinnamomi*-*Actinidia deliciosa*, *Casuarina cunninghamiana*, *Vaccinium corymbosum*, y *Rhododendrom indicum*; *Ph. cryptogea*-*Gerbera jamesonii*; *P. taxon kelmania*-*Gerbera jamesonii*, *Gypsophila paniculata* y *Actinidia deliciosa*; y *Ph. nicotianae*-*Dieffenbachia picta*, *Catharanthus roseus*, *Primula obconica*, *Chamelaucium uncinatum*, *Gypsophila paniculata*, *Schlumbergera truncata* y *Hebe speciosa*.
- ✓ El género *Phytopythium* fue citado por primera vez en el país.
- ✓ Fue comprobada la patogenicidad de todas las especies colectadas, aisladas y descritas en el área de estudio informada.
- ✓ *P. splendens*, *P. sylvaticum*, *P. cylindrosporum*, *Ph. taxon kelmania* y *Phytopythium chamaehyphon* fueron citadas por primera vez en Argentina, hallándose además dos nuevas especies de *Pythium*.
- ✓ Es la primera cita en el mundo de *P. cylindrosporum* afectando *Eustoma grandiflorum* y de *P. sylvaticum* a *C. persicum* y *Lavandula angustifolia*.

- ✓ Dentro del género *Pythium* las especies *P. aphanidermatum*, *P. dissotocum*, *P. graminicola*, *P. intermedium* y *P. ultimum* se comportaron como patógenos más agresivos.
- ✓ *P. ultimum* y *Ph. nicotianae* fueron las especies que presentaron mayor distribución y hospedantes afectados.
- ✓ *Ph. cryptogea*, *Ph. nicotianae* y *Ph. taxon kelmania* ocasionan enfermedades endémicas en cultivos para flor de corte producidos en las cercanías de La Plata.
- ✓ *Ph. taxon kelmania* fue aislada de plantas enfermas de gerbera, kiwi y gipsófila. La asociación *Ph. taxon kelmania*-gerbera es citada por primera vez en el país, en tanto que para kiwi y gipsófila se registran por primera vez a nivel mundial.
- ✓ El aislamiento de *Ph. taxon kelmania* de tres hospedantes diferentes en diferentes años, estaría sugiriendo que esta especie podría ser un habitante común de los suelos de la región platense.
- ✓ El amplio rango de hospedantes que presentan algunas de las especies identificadas podría aumentar las posibilidades de diseminación de estas enfermedades, bajo la influencia de las condiciones ambientales.
- ✓ De las especies identificadas, 16 fueron descritas y caracterizadas en base a sus caracteres culturales, morfológicos y biométricos (estructuras vegetativas y estructuras reproductivas sexuales y asexuales), complementándose la identificación con estudios moleculares y de secuenciación de la región ITS del ADNr y en algunos casos con estudios filogenéticos.
- ✓ Para los géneros *Pythium* y *Phytophythium*, se aplicaron por primera vez las técnicas moleculares y de secuenciación de ITS y el uso del análisis de secuencias (BLAST y Filogenia).
- ✓ Para especies de *Phytophthora*., si bien algunas de las relaciones huésped-patógeno ya eran conocidas en el país, se aplicó por primera vez la metodología molecular

para confirmar la identidad de los patógenos, obteniéndose las secuencias de los aislamientos.

- ✓ La aplicación de técnicas moleculares permitió identificar la presencia de *Ph. kelmiana* en la región y discriminarla de *Ph. cryptogea*, la cual se creía era la única especie causante de la *Podredumbre de la corona* de gerbera. Además permitió diferenciar la presencia de otra especie, aún no identificada, mencionada como *Ph. aff. cryptogea*, cuya identificación requerirá el uso de otros marcadores moleculares.
- ✓ *Pythium* y *Phytophthora* son géneros muy cosmopolita, que afectan a casi todos los cultivos, con 160 especies de *Pythium* y 140 de *Phytophthora* citadas en el mundo, es de esperar la presencia de una mayor diversidad de patógenos aún no citados en el país, así como, que las asociaciones con hospedantes susceptibles afectando los cultivos del Cinturón verde La Plata-Buenos Aires, sean muy superiores a los valores registrados.
- ✓ La presente prospección y las identificaciones realizadas sobre las patologías halladas en otros cultivos y sitios de interés, han significado un aporte al conocimiento de la biodiversidad de la región en estudio y otras áreas de interés y de los síntomas de las enfermedades causadas por *Pythium*, *Phytophthora* y *Phytopythium*.
- ✓ La información detallada y ordenada de los antecedentes y los resultados del presente estudio aportarán conocimientos precisos para apoyar el comercio internacional e implementar medidas cuarentenarias por los organismos nacionales de control.

# **BIBLIOGRAFIA**

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- Abad ZG, Shew HD & Lucas LT. 1994. Characterization and pathogenicity of *Pythium* species isolated from turfgrass with symptoms of root and crown rot in North Carolina. *Phytopathology* 84: 913-921.
- Abad ZG, Abad JA & Creswell T. 2002. Advances in the integration of morphological and molecular characterization in *Phytophthora* genus: The case of *P. kelmiana* and other putative new species. *Phytopathology* 92 (6 suppl.): S1.
- Abad ZG, Abad JA & Andrew LT. 2005. Black root and crown rot of black Cohosh (*Actaea racemosa*) is Associated to *Phytophthora* and *Pythium* Species. (En: <http://aes.missouri.edu/swcenter/fieldday/2005/page41.stm>. consultado 7 de Febrero de 2014).
- Abad ZG, Abad JA & Creswell T. 2006. Species of *Phytophthora* and *Pythium* identified in a long term collection from North Carolina. *Phytopathology* 96 (suppl.):S1.
- Abad ZG & Coffey MD. 2008. Development of a morphological/phylogenetic lucid key for the identification of Oomycetes: *Phytophthora*. 3rd International *Phytophthora*, *Pythium* and Related Genera Workshop. Turin, Italy: 9th International Congress of Plant Pathology. (En: <http://www.phytophthoradb.org/pdf/O30Abad.pdf>).
- Abad ZG, Abad JA, Coffey MD, Oudemans PV, Man in't Veld WA, de Gruyter H, Cunnington J & Louws FJ. 2008. *Phytophthora bisheria* sp. nov., a new species identified in isolates from the Rosaceous raspberry, rose, and strawberry in three continents. *Mycologia* 100: 99-110.
- Abad GZ, de Cock AWAN, Bala K, Robideau GP, Lodhi AM & Lévesque A. 2010. *Phytophthora* gen. nov. *Persoonia*: 24: 127-139. *Fungal Planet*: 49.
- Abad Z. 2010. How to avoid misidentifying your isolates: The value of the Morphological/Phylogenetic Key of *Phytophthora* extypes and neotypes. *Phytopathology* 100: S150.
- Abad GZ, Ivors KL, Gallup CA & Abad JA. 2011. Morphological and molecular characterization of *Phytophthora glovera* from tobacco in Brazil. *Mycologia* 103: 341-350.
- Abad ZG, Balci Y, Coffey MD & Kang S. 2012. Morphological-molecular ID tools of *Phytophthora*: Lucid and tabular keys and sequencing analysis. 6th IUFRO Working Party 7.02.09 "Phytophthora in Forests and Natural Ecosystems" 9th-14th September 2012 Córdoba-Spain.
- Abad ZG, Abad JA, Cacciola SO, Pane A, Faedda R, Moralejo E, Pérez-Sierra A, Abad-Campos P, Alvarez-Bernaola LA, Bakonyi J, Józsa A, Herrero ML, Burgess TI, Cunnington JH, Smith IW, Balci Y, Blomquist C, Henricot B, Denton G, Spies C, Mcleod A, Belbahri L, Cooke D, Kageyama K, Uematsu S, Kurbetli I & Değirmenci K. 2014. *Phytophthora*

*niederhauserii* sp. nov., a polyphagous species associated with ornamentals, fruit trees and native plants in 13 countries. *Mycologia* 106: 431-47.

Abad ZG. 2014. The taxonomy of *Phytophthora*: What is done and what is needed for the correct identification and diagnostics of species in the Genus. 7<sup>th</sup> IUFRO Working Party 7.02.09. *Phytophthora* in Forest & Natural Ecosystems. 10-14 de noviembre de 2014. Esquel, Chubut, Argentina. Libro de Res.: 28.

Abdelzaher HMA, Ichitani T & Elnaghy AM. 1994. Virulence of *Pythium* spp. isolated from pond water. *Mycoscience* 35: 429-432.

Abdelzaher HMA, Shoukamy MA & Yaser MM. 2004. Kinds, abundance and pathogenicity of *Pythium* species isolated from maize rhizosphere of various habitats in El-Minia Governorate, Egypt. *Mycobiology* 32: 35-41.

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA): Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2003. "Estudio sobre la caracterización de la producción florícola en la República Argentina". INTEA S.A. Innovaciones Tecnológicas Agropecuarias S. A.

Agencia de extensión rural (AER) INTA. Gran Buenos Aires. 2006. La actividad florícola en La Plata. (En: [http://www.maa.gba.gov.ar/agricultura\\_ganaderia/floricultura/Floricultura.htm](http://www.maa.gba.gov.ar/agricultura_ganaderia/floricultura/Floricultura.htm), consultado 27 de octubre de 2014).

Agencia de Protección Ambiental (APRA), del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. 2010. Atlas Ambiental de Buenos Aires. (En: <http://www.atlasdebuenosaires.gov.ar>, consultado 27 de octubre de 2014).

Agrios GN. 2005. *Plant Pathology*. 5a Ed., Academic Press. 922 pp.

Ahonsi MO, Agindotan BO, Gray ME & Bradley CA. 2011. First report of basal stem rot and foliar blight caused by *Pythium sylvaticum* on *Miscanthus sinensis* in Illinois. *Plant Diseases* 95 (5): 616.

Al Sheikh H & Abdelzaher Hani MA. 2012. Occurrence, Identification and pathogenicity of *Pythium aphanidermatum*, *P. diclinum*, *P. dissotocum* and *Pythium* "Group P" isolated from Dawmat Al Jandal Lake, Saudi Arabia. *Research Journal of Environmental Sciences* 6:196-209.

Alexopoulos CJ, Mims CW & Blackwell M. 1996. *Introductory Mycology*. 4<sup>th</sup> edn. John Wiley & Sons, Inc., New York. 868 pp.

Alfieri SA Jr, Langdon KR, Wehlburg C & Kimbrough JW. 1984. Index of plant diseases in Florida. Florida Department of Agriculture. Consumer Service Division. *Plant Industrial Bulletin* 11.

Ali MSAM. 1985. *Pythium* populations in Middle Eastern soils relative to different cropping practices. *Transactions of the British Mycological Society* 84: 695-700.

- Ali-Shtayeh MS & Mac Donald JD. 1991. Occurrence of *Phytophthora* species in irrigation water in the Nabus area (West Bank of Jordan). *Phytopathology Mediterranea* 30: 143-150.
- Allain-Boule N, Tweddell R, Mazzola M, Bélanger R & Lévesque CA. 2004. *Pythium attrantheridium* sp. nov.: taxonomy and comparison with related species. *Mycological Research* 108: 795–805.
- Allen TW, Martinez A & Burpee LL. 2004. Quemazón del césped por *Pythium*. Trans. Eduardo Gallego & José Sánchez. 2009. *The Plant Health Instructor*. (En: <https://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/Oomycetes/Pages/PythiumBlight.px>, consultado el 2 de Febrero de 2014).
- Al-Sa'di AM, Drenth A, Deadman ML, Al-Sa'di FA, Khan I & Aitken EAB. 2008. Potential sources of *Pythium* inoculums into greenhouse soils with no previous history of cultivation. *Journal of Phytopathology* 156: 502-505.
- Altschul SF, Madden TL, Schaffer AA, Zhang J, Zhang Z, Miller W & Lipman DJ. 1997. Gapped BLAST and PSI-BLAST: a new generation of protein database search programs. *Nucleic Acid Research* 25: 389-402.
- Alvarez Rodriguez B, Ortiz Meza JA, Rojo Baez I, Marquez Zequera I, Garcia Estrada RS, Carrillo Fasio JA & Allende Molar R. 2013. First Report of Vinca Blight Caused by *Phytophthora nicotianae* in Northwestern México. *Plant Disease* 97: 1257.
- Anderson MG, Fortnum BA & Martin SB. 1997. First report of *Pythium myriorylum* in tobacco float system in South Carolina. *Plant Disease* 81:227.
- Anderson J, Pegg K, Scott C & Drenth A. 2012. Phosphonate applied as a pre-plant dip controls *Phytophthora cinnamomi* root and heart rot in susceptible pineapple hybrids. *Australasian Plant Pathology* 41: 59-68.
- Ann PJ. 1992. *Phytophthora* diseases of ornamental plants in Araceae in Taiwan. *Plant Pathology Bulletin* 1:79-89.
- Ann PJ & LIU SS. 1993. *Phytophthora* wilt of baby's breath. *Plant Pathology Bulletin* 2:106-110.
- Aragaki M & Uchida JY. 2001. Morphological distinctions between *Phytophthora capsici* and *P. tropicalis* sp. nov. *Mycologia* 93: 137-145.
- Ark PA & Middleton JT. 1949. *Pythium* black rot of *Cattleya*. *Phytopathology* 39:1060-1064.
- Bais HP, Weir TL, Perry JG, Gilroy S & Vivanco JM. 2006. The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms. *Annual Review of Plant Biology* 57:233-266.

- Bala K, Robideau GP, Lévesque A, de Cock AWAM, Abad ZG, Lodhi AM, Shahzad S, Ghaffar A & Coffey MD. 2010. *Phytophthora sindhum*. *Fungal Planet* 49, *Persoonia* 24: 136-137.
- Baldauf SL, Roger AJ, Wenk-Siefert I & Doolittle WF. 2000. A Kingdom-level phylogeny of Eukaryotes based on combined protein data. *Science* 3: 972-977.
- Baptista FR, Pires Zottarelli CLA, Rocha M & Milanez AI. 2004. The genus *Pythium* Pringsheim from Brazilian cerrado areas, in the state de Sao Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 27: 281-290.
- Baptista FR. 2007. *Pythium middletonii* Sparrow e *Pythium dissotocum* Drechsler em alface (*Lactuca sativa* L.): avaliação patogênica e controle biológico. Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica de São Paulo, São Paulo.
- Barbaro LA, Karlanian MA & Morisigue D. 2009. El sistema flotante como alternativa para la producción de plantines de *Lisianthus* (*Eustoma grandiflorum* L.). *Agriscientia* XXVI: 63-69.
- Barbetti C & Russo Guarnera X. 2005. La actividad florícola en el área Los Porteños del Partido de La Plata. VII Jornadas de Investigación del Centro de Investigaciones, Geográficas y del Departamento de Geografía. 5 de noviembre de 2005.
- Barcode of life Project. 2010-2014. Identifying species with DNA barcoding Consortium for the barcode of life (CBOL). (En. <http://www.barcodeoflife.org/content/partners>, consultado 20 diciembre de 2015).
- Barr DJS. 1983. The zooporic grouping of plant pathogens: entity or non entity. Pp. 43-83. In: *Zooporic Plant Pathogens, A Modern Perspective*. Buczacki ST (Ed.). Academic Press, London, UK. 352 pp.
- Barr DJS. 1992. Evolution and kingdoms of organisms from the perspective of a mycologist. *Mycología* 84: 1-11.
- Barreiro E. 1999. Situación de la floricultura en Argentina. *Revista Panorama Agrícola*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, Buenos Aires 5: 28-36.
- Barreto D, Stegman de Gurfinkel B & Fortugno C. 1991. *Phytophthora megasperma* f. sp. *glycinea*: Detección y virulencia del patógeno. Primera Reunión Nacional Oleaginosos, Rosario, Argentina. Libro de Res.: 304-311.
- Barreto D, Stegman de Gurfinkel B & Fortugno C. 1995. Races of *Phytophthora sojae* in Argentina and reaction of soybean cultivars. *Plant Disease* 79: 599-600.
- Barreto DE & Distéfano de Vallone S. 1997. Enfermedades (podredumbre de la raíz y base del tallo). Agro de Córdoba. Pp: 218-219. In: *El Cultivo de la soja en Argentina*. Eds. Giorda LM. & Baigorri HEJ. INTA C.R. Córdoba. 448pp.

- Barreto DE, Gally ME & Grijalba PE. 1998a. Razas de *Phytophthora sojae* en la Región Pampeana (Argentina) en un intervalo de 8 años. *Fitopatología* 33: 17-18.
- Barreto D, Grijalba P, Gally M, Vallone S & Ploper D. 1998b. Prevalencia de *Phytophthora sojae* en la región pampeana norte (Argentina), caracterización de razas y reacción de cultivares. *Fitopatología Brasileira* 23: 54-57.
- Barrett S, Shearer B & Hardy GESJ. 2004. Phytotoxicity in relation to in planta concentration of the fungicide phosphite in nine Western Australian native species. *Australasian Plant Pathology* 33: 521-528.
- Bartnicki-Garcia S. 1969. Cell wall differentiation in the Phycomycetes. *Phytopathology* 59: 1065-1071.
- Bartnicki Garcia S & Wang MC. 1983. Biochemical aspects of morphogenesis in *Phytophthora*. Pp 121 -137. In: *Phytophthora: Its Biology, Taxonomy, Ecology and Pathology*. Erwin DC, Bartnicki-Garcia S & Tsao PH (Eds.). American Phytopathological Society, St Paul, Minnesota 392 pp.
- Bartnicki Garcia S. 1987. The cell wall: a crucial structure in fungal evolution. Pp. 389-403 In: *Evolutionary Biology of the Fungi*. Rayner ADM, Brasier CM & Moore D (Eds.). Cambridge Press, UK. 477pp.
- Baudry A, Morzieres JP & Ellis R. 1991. Effect of *Phytophthora* spp. on kiwifruit in France. *New Zealand Journal of Crop Horticultural Science* 19:395-398.
- Bayles BB. 1936. Influence of environment during maturation on the diseases reaction and yield of wheat and barley. *Journal Agricultural Research* 53: 717-748.
- Beakes G & Sekimoto S. 2009. The evolutionary phylogeny of Oomycetes-insights gained from studies of holocarpic parasites of algae and invertebrates. Pp: 1-24. In: *Oomycete Genetics and Genomics: Diversity, Interactions, and Research Tools*. Lamour K & Kamoun S. (Eds.) John Wiley & Sons, New York. 602 pp.
- Bedard JE, Schurko AM, de Cock AWAM & Klassen GR. 2006. Diversity and evolution of 5S rRNA gene family organization in *Pythium*. *Mycological Research* 110: 86-95.
- Belbahri L, Moralejo E, Calmin G, Oszako T, Garcia JA, Descals E & Lefort F. 2006. *Phytophthora polonica*, a new species isolated from declining *Alnus glutinosa* stands in Poland. Federation of European Microbiological Societies (FEMS). *Microbiological Letters* 261: 165-174.
- Benhamou N & Chet I. 1997. Cellular and molecular mechanisms involved in the interaction between *Trichoderma harzianum* and *Pythium ultimum*. *Applied and Environmental Microbiology* 63: 2095-2099.

- Benhamou N, Rey P, Picard K & Tirilly Y. 1999. Ultrastructural and cytochemical aspects of the interaction between the mycoparasite *Pythium oligandrum* and soilborne plant pathogens. *Phytopathology* 89: 506-517.
- Bergamin Filho A & Amorim L. 1996. *Doenças de Plantas Tropicais: Epidemiologia e Controle Econômico*. São Paulo. Agronômica Ceres. 919 pp.
- Bernard D & Punja ZK. 1995. Role of *Pythium* species in cavity spot development on carrots in British Columbia. *Canadian Journal of Plant Pathology* 17: 31-45.
- Bezuidenhout CM, Denman S, Kirk SA, Botha WJ, Mostert L & McLeod A. 2010. *Phytophthora* taxa associated with cultivated Agathosma, with emphasis on the *P. citricola* complex and *P. capensis* sp. nov. *Persoonia* 25: 32-49.
- Bhat RGM & Browne GT. 2007. Genetic diversity in populations of *Phytophthora citricola* associated with horticultural crops in California. *Plant Disease* 91: 1556-1563.
- Bienapfl JC & Balci Y. 2014. Movement of *Phytophthora* spp. In Maryland's nursery trade. *Plant Disease* 98: 134-144.
- Birch RG. 1986. Biological suppressiveness against sugarcane poor root syndrome in Queensland Australia soils. *Australasian Plant Pathology* 15: 51-56.
- Blackwell M. 1949. Terminology in *Phytophthora*. CMI. *Mycological Papers*. N° 30. 24pp.
- Blackwell M. 2011. The *Fungi*: 1, 2, 3 . . . 5.1 million species. *American Journal of Botany* 98: 426-438.
- Blair JE, Coffey MD, Sook-Young Park, Geiser DM & Seogchan Kang. 2008. A multi-locus phylogeny for *Phytophthora* utilizing markers derived from complete genome sequences. *Fungal Genetics and Biology* 45: 266-277.
- Bohlen PJ. 2006. Biological invasions: linking the above ground and below ground consequences. *Applied Soil Ecology* 32: 1-5.
- Booth T & Barrett P. 1971. Occurrence and distribution of zoosporic fungi from Devon Island, Canadian Eastern Arctic. *Canadian Journal of Botany* 49: 359-369.
- Booth T & Barrett P. 1976. Taxonomic and ecologic observations of zoosporic fungi in soils of a high-arctic ecosystem. *Canadian Journal of Botany* 54: 533-538.
- Borlikowski L & Orlikoska AT. 2007. Water as a potential source of *Phytophthora citricola*. *Journal of Plant Protection Research* 47:125-132.
- Botha WJ & Coetzer RLJ. 1996. Species of *Pythium* associated with root-rot of vegetables in South Africa. *South African Journal of Botany* 62: 196-203.

- Bradshaw-Smith RP, Whalley WM & Craig GD. 1991. Interactions between *Pythium oligandrum* and the fungal footrot pathogens of peas. *Mycological Research* 95: 861–865.
- Brasier CM. 1992. Evolutionary biology of *Phytophthora*, Part I: Genetic system, sexuality, and the generation of variation. *Annual Review of Phytopathology* 30: 153-171.
- Brasier CM, Robredo F & Ferraz JFP. 1993. Evidence for *Phytophthora cinnamomi* involvement in Iberian oak decline. *Plant Pathology* 42: 140-145.
- Brasier CM, Denman S, Brown A & Webber JF. 2004a. Sudden oak death (*Phytophthora ramorum*) discovered on trees in Europe. *Mycological Research* 108: 1108-1110.
- Brasier CM, Kirk SA, Delcan J, Cooke DL, Jung T & Man in't Veld W, 2004b. *Phytophythora alni* sp. nov. and its variants: designation of a group of emerging heteroploid hybrid pathogens. *Mycological Research* 108: 1172-1184.
- Brasier C, Beales PA, Kirk SA, Denman S & Rose J. 2005. *Phytophthora kernoviae* sp. nov., an invasive pathogen causing bleeding stem lesions on forest trees and foliar necrosis of ornamentals in the UK. *Mycological Research* 109: 853-859.
- Brasier CM. 2008. The biosecurity threat to the UK and global environment from international trade in plants. *Plant Pathology* 57: 792-806.
- Braun H. 1925. *Pythium splendens*. *Journal Agricultural Research* 30: 1061.
- Briard M, Dutertre M, Rouxel F & Brygoo Y. 1995. Ribosomal RNA sequence divergence within the Pythiaceae. *Mycological Research* 99: 1119-1127.
- Brian *et al*, 2009. Genome sequence and analysis of the Irish potato famine pathogen *Phytophthora infestans*. *Nature* 461: 393-398.
- Broad Institute. 2010. *Phytophthora parasitica* INRA 310-Database (En: [http://www.broadinstitute.org/annotation/genome/Phytophthora\\_parasitica/MultiHome.html](http://www.broadinstitute.org/annotation/genome/Phytophthora_parasitica/MultiHome.html), consultado Julio 2014).
- Broad Institute. 2010. Saprolegnia Genome Database. (En: [http://www.broadinstitute.org/annotation/genome/Saprolegnia\\_parasitica/MultiHome.html](http://www.broadinstitute.org/annotation/genome/Saprolegnia_parasitica/MultiHome.html)), consultado julio 2014).
- Bumbieris M. 1979. Aspects of the biology of *Phytophthora cryptogea*. *Australian Journal of Botany* 27: 11-16.
- Bush EA, Hong C & Stromberg EL. 2003. Fluctuations of *Phytophthora* and *Pythium* spp. in components of a recycling irrigation system. *Plant Disease* 87:1500-1506.
- CABI. 1978. *Pythium aphanidermatum*. *Distribution Maps of Plant Diseases*. April. Map 309 (En: <http://www.cabi.org/dmpd/search/?q=Pythium+aphanidermatum>, consultado 31 de enero de 2014).

- CABI. 1979. *Pythium splendens*. *Distribution Maps of Plant Diseases*. Map 433. (2<sup>da</sup> Ed.) (En: <http://www.cabi.org>, consultado el 31 de enero de 2014).
- CABI. 1981. *Pythium ultimum*. *Distribution Maps of Plant Diseases*. Map 207 (Edition 4). (En: <http://www.cabi.org>, consultado 18 de Febrero de 2015).
- CABI. 1985. *Phytophthora cryptogea*. *Distribution Maps of Plant Diseases*. Mapa 99 (Ed. 2). (En: <http://cabdirect.org/abstracts/20046500099.html;jsessionid=99EE1DBFA083A6544DD81EA4A0A0BE09>, consultado el 9 de Abril de 2014).
- CABI. 1989. *Phytophthora nicotianae*. *Distribution Maps of Plant Diseases*. Map 613 (En: <http://www.cabi.org/dmpd/> consultado 4 de febrero de 2014).
- CABI. 1990. *Phytophthora capsici*. *Distribution Maps of Plant Diseases*. Mapa 277 (5 Ed.) (En: <http://www.cabi.org/dmpd/search/?q=phytophthora+capsici>, consultado 27 de enero de 2015).
- CABI/EPPO. 1991. *Data Sheets en Quarantine Pests*. (En: [http://www.eppo.int/QUARANTINE/fungi/Phytophthoracinnamomi/PHYTCN\\_ds.pdfP.cinnamomi](http://www.eppo.int/QUARANTINE/fungi/Phytophthoracinnamomi/PHYTCN_ds.pdfP.cinnamomi), consultado el 17 de marzo de 2014).
- CABI. 1992. *Pythium graminicola*. *Distribution Maps of Plant Diseases*. Map 296. (En: <http://www.cabi.org>, consultado 18 de Febrero de 2015).
- CABI/EPPO. 2011. *Pythium irregulare*. *Distribution Maps of Plant Diseases*. Map 206 (5 ed.). (En: <http://www.cabi.org/isc/abstract/20113091526>, consultado 12 de febrero de 2015).
- Cacciola SO, Pane A, Martini P, Agosteo GE, Raudino F & Magnano di San Lio G. 2008. Recovery of *Phytophthora* species from potted ornamentals in commercial nurseries in Italy. *Journal of Plant Pathology* 90 (S2):185.
- Calderoni AV. 1978. *Enfermedades de la papa y su control*. Editorial Hemisferio Sur S. A. Buenos Aires. 143 pp.
- Campbell WA & Hendrix FF. 1967. *Pythium* and *Phytophthora* species in forest soil in the south-eastern Unites States. *Plant Diseases Reporter* 52: 929-932.
- Cannon PF. 1997. Strategies for rapid assessment of fungal biodiversity. *Biodiversity and Conservation* 6: 669-680.
- Carranza JM. 1979. *Lista de las principales causas de enfermedades de los cultivos hortícolas en la República Argentina*. Serie Técnica N°1. Ministerio de Economía, Subsecretaria de Asuntos Agrarios, Dirección de Agricultura. EEA Gorina.
- Cartwright DK, Spurr HW Jr & Shew HD. 1995. Commercial potting medium as the source of *Pythium* causing a disease on tobacco transplants. *Plant Disease* 79:538.

- Carvalho PCT. 1965. Ocorrência no Brasil de algumas espécies de *Pythium* Pringsheim de interesse à olericultura. *Rickia* 2: 89-106.
- Castillo S & Peterson JL. 1990. Cause and control of crown rot of New Guinea impatiens. *Plant Disease* 74: 77-79.
- Cavalier-Smith T. 1986. The kingdom Chromista: origin and systematics. *Progress in Phycological Research* 4: 309-347.
- Chellemi DO, Mitchell DJ, Kannwischer Mitchel ME, Rayside PA & Roskopf EN. 2000. *Pythium* spp. associated with bell pepper production in Florida. *Plant Disease* 84: 1271-1274.
- Chester KS. 1932. A comparative study of three *Phytophthora* diseases of lilac and their pathogens. *Journal of the Arnold Arboretum* 13: 232-269.
- CHFBA. 2005. Censo Horti-floricola. Ministerio de Economía, Dirección Provincial de Estadística y Ministerio de Asuntos Agrarios, Dirección Provincial de Economía Rural. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. 115 pp. (En: [http://www.maa.gba.gov.ar/agricultura\\_ganaderia/archivos/resultadofinal.pdf](http://www.maa.gba.gov.ar/agricultura_ganaderia/archivos/resultadofinal.pdf), consultado 24 de noviembre de 2014).
- Cho WD & Shin HD. 2004. *List of plant diseases in Korea*. Cho WD & Shin HD (Eds). Fourth edition. *Korean Society of Plant Pathology*. 779 pp.
- Choi GJ, Kim BS, Chung YR & Cho KY. 1992. Occurrence of metalaxyl-resistant isolates of *Phytophthora infestans* in potato fields in Korea. *Korean Journal Plant Pathology* 8:34-40.
- Cipriano MAP, Santos AS, Patricio FRA, Freitas RP & Pires-Zottarelli CLA. 2005. Potencial de aislados de *Trichoderma* spp. para o controle de *Pythium aphanidermatum* em sistemas hidropônicos. *Arquivos do Instituto Biológico* 72: 1-63.
- Cline ET, Farr DF & Rossman AY. 2008. A synopsis of *Phytophthora* with accurate scientific names, host range, and geographic distribution. *Plant Health Progress*. Online publication. doi:10.1094/PHP-2008-0318-01-RS
- Conn KE, Gubler, WD, Mircetich SM & Hassey JK. 1991. Pathogen city and relative virulence of nine *Phytophthora* spp. from kiwifruit. *Phytopathology* 81:974-979.
- Consejo Federal de Inversiones. Frutas finas. (En: <http://www.cfired.org.ar/> Consultado 7 de noviembre de 2013).
- Cooke DEL, Drenth A, Duncan JM, Wagels G & Brasier CM. 2000. A molecular phylogeny of *Phytophthora* and related Oomycetes. *Fungal Genetics and Biology* 30:17-32.
- Crous PW, Phillips AJL & Baxter AP. 2000. *Phytopathogenic fungi from South Africa*. University of Stellenbosch, Department of Plant Pathology Press, 358 pp.

- Crous PW & Groenewald JZ. 2005. Hosts, species and genotypes: opinions versus data. *Australasian Plant Pathology* 34: 463-470.
- Cúndom MA & Cabrera MG. 2004. Primera determinación de *Phytophthora capsici*, patógeno de filodendro. *Agricultura Técnica* 64: 42-45.
- Czeczuga B & Muszynka E. 1997. Aquatic fungi growing on the eggs of Polish cobitid fish species. *Acta Hydrobiologica* 39: 67-75.
- da Silva Patekoski K & Pires Zottarelli CL. 2009. Patogenicidade in vitro de *Pythium aphanidermatum* e *Pythium dissotocum* em variedades de alface (*Lactuca sativa* L.). *Hoehnea* 36.
- Daughtrey ML, Wick RL & Paterson JL. 1995. *Compendium of flowering potted plant diseases*. APS Press. The American Phytopathological Society. St Paul. USA. 90pp.
- Daughtrey M. 2000 Diseases of primulas. American Phytopathological Society. APS (En: <https://www.apsnet.org/publications/commonnames/Pages/Primulas.aspx>., consultado 4 de febrero de 2015).
- Davidse LC, Looijen D, Turkensteen LJ & van der Wal D. 1981. Occurrence of metalaxyl-resistance strains of *Phytophthora infestans* in Dutch potato fields. *Netherlands Journal of Plant Pathology* 87: 65-68.
- Davidson JM, Rehner SA, Santana M, Lasso E, Urena de Chapet O & Herre EA. 2000. First report of *Phytophthora heveae* and *Pythium* spp on tropical tree seedlings in Panama. *Plant Disease* 84: 706.
- Deacon JW & Donaldson SP. 1993 Molecular recognition in the homing responses of zoospore fungi, with special reference to *Pythium* and *Phytophthora*. *Mycological Research* 97: 1153-1171.
- Deacon J. 2014. The Microbial World: Fungal zoospores. Institute of Cell and Molecular Biology, The University of Edinburgh (En: <http://archive.bio.ed.ac.uk/jdeacon/microbes/zoospore.htm>, consultado marzo, 2014).
- Deahl KH, DeMuth SP, Pelter G & Ormond DJ. 1993. First report of resistance of *Phytophthora infestans* to metalaxyl in Eastern Washington and Southwestern British Columbia. *Plant Disease* 77: 429.
- de Cock AWAM, Mendoza L, Padhye AA, Ajello L & Kaufman L. 1987. *Pythium insidiosum* sp. nov., the etiologic agent of pythiosis. *Journal of Clinical Microbiology* 25: 344-349.
- de Cock AWAM & Lévesque CA. 2004. New species of *Pythium* and *Phytophthora*. *Studies in Mycology* 50:481-487.

- de Cock AWAM, Lévesque CA, Melero-Vara JM, Serrano Y, Guirado ML & Gómez J. 2010. *Pythium solare* sp. nov., a new pathogen of green beans in Spain. *Mycological Research* 112: 1115-1121.
- de Cock AWAM, Bala K., Rintoul TL, Robideau GP, Abad ZG, Lodhi AM, Coffey MD & Lévesque CA. 2015. Molecular phylogeny and new combinations for the genus *Phytopythium*. *Persoonia* 34: 25–39.  
(En:[http://www.ingentaconnect.com/content/nhn/pimj/pre-prints/content-nbc\\_Persoonia\\_0289](http://www.ingentaconnect.com/content/nhn/pimj/pre-prints/content-nbc_Persoonia_0289))
- Della Gaspera P & Rodríguez RA. 2013. Capítulo I. El género Cucurbita. Pp: 9-24. In: *Manual de cultivo del zapallo Anquito (Cucurbita moschata Duch.)* (Ed.). Della Gaspera P. Ediciones INTA. 344 pp.
- Denton G, Denton J, Waghorn I & Henricot B. 2008. *Phytophthora* diversity in UK gardens. *Journal of Plant Pathology* 90 (S2): 186.
- Department for Environment, Food and Rural Assays, (DEFRA, Gov. UK). 2014. (En: <http://www.fera.defra.gov.uk/plants/plantHealth/PestsDiseases/pRamorumFaqs.cfm>, consultado marzo, 2014).
- Desjardins PR, Zentmyer GA & Reynolds DA. 1969. Electronic microscopic observations of the flagellar hairs of *Phytophthora palmivora* zoospores. *Canadian Journal of Botany* 47: 1077-1079.
- Díaz Celaya M, Rodríguez Alvarado G, Silva Rojas HV, Pedraza Santos ME, Salgado Garciglia R & Fernández Pavía SP. 2011. Identificación de especies de *Pythium* aisladas de plantas ornamentales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3: 431-443.
- Dick MW, Wong PTW & Clark G. 1984. The identity of the oomycete causing kikuyu yellows with a reclassification of the downy mildews. *Botanical Journal of the Linnean Society* 89: 171-198.
- Dick MW. 1990. *Keys to Pythium*. Department of Botany, School of Plant Science, University of Reading, Reading, UK. 64 pp.
- Dick MW. 2001. *Straminipilous Fungi: Systematics of the Peronosporomycetes including accounts of the marine straminipilous protists, the plasmodiophorids and similar organisms*. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands. 670 pp.
- Dick MA, Dobbie K, Cooke DEL & Brasier CM. 2006. *Phytophthora captiosa* sp. nov. and *P. fallax* sp. nov. causing crown dieback of *Eucalyptus* in New Zealand. *Mycological Research* 110: 393-404.
- Dobra AC, Sosa MC, Lutz MC, Rodriguez G, Greslebin AG & Vélez ML. 2011. Fruit rot caused by *Phytophthora* sp in cold stored pears in the of Valley Rio Negro and Neuquén. *Acta Horticulturae* 909, ISHS.

- Dobrowolski MP, Tommerup IC, Shearer BL & O'Brien PA. 2003. Three clonal lineages of *Phytophthora cinnamomi* in Australia revealed by microsatellites. *Phytopathology* 93:695-704.
- Donahoo R, Blomquist CL, Thomas SL, Moulton JK, Cooke DEL & Lamour KH. 2006. *Phytophthora foliorum* sp. nov., a new species causing leaf blight of azalea. *Mycological Research* 110: 1309-1322.
- Donaldson SP & Deacon JW. 1993a. Changes in motility of *Pythium* zoospores induced by calcium and calcium-modulating drugs. *Mycological Research* 97: 877-883.
- Donaldson SP & Deacon JW. 1993b. Differential encystment of zoospores of *Pythium* species by saccharides in relation to establishment on roots. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 42: 177-184.
- Drechsler C. 1925. The cottony leak of cucumbers caused by *Pythium aphanidermatum*. *Journal Agricultural Research* 30: 1035-1042.
- Durán A, Gryzenhout M, Slippers B, Ahumada R, Rotella A, Flores F, Wingfield BD & Wingfield MJ. 2008. *Phytophthora pinifolia* sp. nov. associated with a serious needle disease of *Pinus radiata* in Chile. *Plant Pathology* 57: 715-727.
- Elad Y, Lifshitz R & Baker R. 1985. Enzymatic activity of the mycoparasite *Pythium nunn* during interaction with host and non-host fungi. *Physiological Plant Pathology* 27: 131-148.
- Engelhard AW. 1974. A serious new crown rot and wilt of baby's breath (*Gypsophila paniculata*) incited by *Phytophthora parasitica*. *Plant Disease Reporter* 58:669-672.
- Erwin DC & Ribeiro OK. 1996. *Phytophthora Diseases Worldwide*. APS. Press. St. Paul, Minnesota. 562 pp.
- Evans SG. 1979. Susceptibility of plants to fungal pathogens when grown by the nutrient-film technique (NFT). *Plant Pathology* 28: 45-48.
- Faris MA, Sabo FE, Barr DJS & Lin CS. 1989. The systematics of *Phytophthora sojae* and *P. megasperma*. *Canadian Journal of Botany* 67: 1442-1447.
- Farr DF & Rossman AY. 2012. Fungal Nomenclature Database, Systematic 10 Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA. (En: <http://nt.ars11grin.gov/>, consultado 18 de febrero de 2015).
- Farr DF & Rossman AY. 2014. Fungal Databases, Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA (En: <http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>, consultado Julio 2014).
- Farr DF & Roosman AY. 2015. Fungal Databases, Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA. (En: <http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>, consultado el 9 de marzo de 2015).

- Favrin RJ, Rahe JE & Mauza B. 1988. *Pythium* spp. associated with crown rot of cucumbers in British Columbia greenhouses. *Plant Disease* 72: 683-687.
- Felsenstein J. 1985. Confidence limits of phylogenies: An approach using the bootstrap. *Evolution* 39:783-791.
- Ferguson AJ & Jeffers SN. 1999. Detecting multiple species of *Phytophthora* in container mixes from ornamental crop nurseries. *Plant Disease* 83: 1129-1136.
- Ferguson R. 2008. *Actinidia deliciosa*, kiwifruit. Pp 1-7. In: *The Enciclopedia Fruit and Nuts*. Janick J & Paull RE. (Eds.), CABI Publishing, Oxfordshire, United Kingdom.
- Fernández Lozano J. 2012. La producción de hortalizas en Argentina. Gerencia de calidad y tecnología. Secretaria de comercio interior. Corporación del mercado central de Buenos Aires. 29 pp. (En: [http://www.mercadocentral.gob.ar/zip tecnicas/ la\\_ produccion\\_de\\_ hortalizas\\_en\\_argentina.pdf](http://www.mercadocentral.gob.ar/zip tecnicas/ la_ produccion_de_ hortalizas_en_argentina.pdf), consultado 12 de Febrero de 2015).
- Fernández R. *La producción florícola argentina: actualidad y tendencias*. In: *Enfermedades de cultivos de flor para corte no tradicionales en la Argentina* Eds. Wolcan SM & Wright ER (inédito).
- Fernández Valiela MV. 1978. *Introducción a la Fitopatología*, 3ª edición, Volumen III: Hongos. INTA, Buenos Aires. 779 pp.
- Fernandez Valiela MV. 1979. *Introducción a la Fitopatología*. Vol. IV: Hongos y Mycoplasmas. Colección Científica INTA. 3a Edición. Buenos Aires. República Argentina. 613 pp
- Ferratto *et al.*, 2010. La cadena agroalimentaria - Las principales hortalizas de hojas. Eds Ferratto JA & Rodríguez Fazzone M. FAO, UNR, INTA, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. 535pp. (En: [http://redbiblio.unne.edu.ar/pdf/0603-003476\\_I.pdf](http://redbiblio.unne.edu.ar/pdf/0603-003476_I.pdf)., consultado 27 de Junio de 2014).
- Fichtner EJ, Lynch SC & Rizzo DM. 2007. Detection, distribution, sporulation and survival of *Phytophthora ramorum* in a California redwood-tanoak forest soil. *Phytopathology* 97: 1366-1375.
- Freeman TE. 1980. Seedling diseases of turfgrasses incited by *Pythium*. Pp 41-44. In: *Advances in Turfgrass Pathology*. Larsen PO & Joyner BG (Eds). Harcourt Brace Javanovich, Duluth, Minnesota.
- French AM. 1989. *California Plant Disease Host Index*. Calif. Department of Food and Agriculture, Sacramento, 394 pp.
- French Monar RD, Jones JB & Roberts PD. 2006. Characterization of *Phytophthora capsici* associated with roots of weeds on Florida vegetable farms. *Plant Disease*. 90: 345-350.

- Frezzi MJ. 1950. Las especies de *Phytophthora* en la Argentina. *Revista de Investigaciones Agrícolas* 4: 47-133.
- Frezzi MJ. 1956. Especies de *Pythium* fitopatógenas identificadas en la República Argentina. *Revista de Investigaciones Agrícolas* 10: 113-241.
- Frezzi MJ. 1977. Especies del género *Pythium* y *Phytophthora* fitopatógenas identificadas en Argentina. Boletín. Eds., *Serie Didáctica 2*. Instituto de Ciencias Agronómicas. Universidad Nacional de Córdoba. 96 pp.
- Fry WE. 1982. *Principles of Plant Disease Management*. New York. Academic Press. 384 pp.
- Fry WE & Goodwin SB. 1997. Re-emergence of potato and tomato late blight in the United States. *Plant Disease* 81: 1349-1357.
- Fry WE & Grünwald NJ. 2010. Introduction to Oomycetes. *The Plant Health Instructor*. DOI: 10.1094/PHI-I-2010-1207-01.
- Fu CH & Chen CM. 2005. First report of Formosan *Michelia* seedling root rot caused by *Pythium splendens* in Taiwan. *Plant Disease* 89: 1361.
- Gallegly ME & Hong C. 2008. *Phytophthora: Identifying Species by Morphology and DNA*. APS. Press. St. Paul, MN. 158 pp.
- Gallegly ME, Hong C, Richardson P & Kong P. 2010. *Phytophthora pini* Leonian, a valid and distinct species. *Phytopathology* 100: S207.
- Gally M.E, Ramos AM, Dokmetzian DA & López SE. 2007. Genetic variability of *Phytophthora sojae* isolates from Argentina. *Mycologia* 99: 877-883.
- Galmarini C, Senetiner A & Galmarini H. 1991. Breeding pepper (*Capsicum annuum* L.) for resistance to *Phytophthora capsici* Leonian in Argentina: 'Calafyuco INTA', a new cultivar. *Capsicum-Newsletter* 10: 61.
- Galmarini CR, López Frasca A & Salatino C. 1995. Lungo INTA, nuevo cultivar de pimiento. Resúmenes del XVIII Congreso Argentino de Horticultura. Río Hondo, Santiago del Estero. Setiembre 1995. Libro de Res.:196.
- Galmarini CR. 1997. Pepper breeding in Argentina. *Capsicum and Eggplant Newsletter* 16: 27-34.
- Galmarini CR & Lopez-Frasca A. 1998 Estimation of fruit length heritability as a tool for developing a new pepper cultivar. *Journal of Genetics and Breeding* 52: 17-20.
- Galmarini CR. 2009. Documento base del Programa Nacional Hortalizas, Flores y Aromáticas del INTA (En:[http://inta.gob.ar/documentos/documento-base-del-programa-nacional-hortalizas-flores-y-aromaticas/at\\_multi\\_download/file/Documento%20Base%20del%20](http://inta.gob.ar/documentos/documento-base-del-programa-nacional-hortalizas-flores-y-aromaticas/at_multi_download/file/Documento%20Base%20del%20)

Programa%20Nacional%20Hortalizas,%20Flores%20y%20Arom%C3%A1ticas.pdf, consultado 27 de noviembre de 2014).

- Gandhi SR & Weete JD. 1991. Production of polyunsaturated fatty acids arachidonic acid and eicosapentaenoic acid by the fungus *Pythium ultimum*. *Journal Genetic Microbiology* 137: 1825-1830.
- Garbelotto M, Hüberli D & Shaw D. 2006. First Report on an Infestation of *Phytophthora cinnamomi* in Natural Oak Woodlands of California and its Differential Impact on Two Native Oak Species. *Plant Disease* 90: 685.
- Gardiner RB, Jarvis WR & Shipp JL. 1990. Ingestion of *Pythium* spp. by larvae of the fungus gnat *Bradysia impatiens* (Diptera: Sciaridae). *Annals of Applied Biology* 116: 205-212.
- Garibaldi A, Rapetti S, Gullino ML & Bozzano G. 1990. Diseases of flower and ornamental plants recently observed in Italy. *Informatore Fitopatologico* 40:9-15.
- Garibaldi A, Lodovica Gullino M & Minuto G. 1997. Diseases of basil and their management. *Plant Disease* 81: 124-132.
- Garibaldi A, Minuto A & Salvi D. 2004. Disinfection of nutrient solution in closed soilless systems in Italy. *Acta Horticulturae* (ISHS) 644: 557-562.
- Garrido PA, Salazar CA, Diaz CI, Posey S, Orquera GK, Castillo HA, Daughtrey MC & Garzon D. Identification and characterization of *Pythium* species present in floricultural crops from Long Island, New York. APS Annual meeting, 4-8 de agosto de 2012, Providence. USA. En: [www.apsnet.org/meetings/Documents/2012\\_Meeting\\_Abstracts/Aps12abP510.htm](http://www.apsnet.org/meetings/Documents/2012_Meeting_Abstracts/Aps12abP510.htm)
- GenBank-BLAST del NCBI (National Centre of Biotechnology Information). <http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>, consultado 2010- 2015.
- Gentile S, Valentino D & Tamietti G. 2009. Control of ink disease by trunk injection of potassium phosphite. *Journal of Plant Pathology* 91: 565–571.
- George K & Biernbaum A. 1990. Potencial for transfer of *Pythium ultimum* in production of seedling geraniums with subirrigation and recirculated. Bedding and pot plants. *Acta Horticultura* 272: 203-207.
- Gevens AJ, Donahoo RS, Lamour KH & Hausbeck MK. 2007. Characterization of *Phytophthora capsici* from Michigan surface irrigation water. *Phytopathology* 97:421–428.
- Ghimire SR, Richardson PA, Kong P, Hu J, Lea-Cox JD, Ross DS, Moorman GW & Hong C. 2011. Distribution and diversity of *Phytophthora* species in nursery irrigation reservoir adopting water recycling system during winter months. *Journal Phytopathology* 159:713-719.
- Gill HS, Ribeiro OK & Zentmeyer GA. 1977. *Phytophthora* blight of periwinkles in the Coachella Valley of California. *Plant Diseases Reporter* 61: 560-561.

- Ginetti B, Moricca S, Squires JN, Cooke DEL, Ragazzi A & Jung T. 2013. *Phytophthora acerina* sp. nov., a new species causing bleeding cankers and dieback of *Acer pseudoplatanus* trees in planted forests in northern Italy. *Plant Pathology* 63: 858–876.
- Gobena D, Roig J, Galmarini C, Hulvey J & Lamour K. 2012. Genetic diversity of *Phytophthora capsici* isolates from pepper and pumpkin in Argentina. *Mycologia* 104: 102-107.
- Gobierno de la Provincia de Salta. Administración Fondo Especial del tabaco. (En: <http://www.fetsalta.gov.ar/>, consultado 27 de Junio de 2014).
- Gold SE & Stanghellini ME. 1985. Effects of temperature on *Pythium* root rot of spinach *Spinacia oleracea* grown under hydroponic conditions. *Phytopathology* 75: 333-337.
- Goldberg NP & Stanghellini M E. 1990. Ingestion-egestion and aerial transmission of *Pythium aphanidermatum* by shore flies (Ephydriinae: *Scatella stagnalis*). *Phytopathology* 80:1244-1246
- González BA, Steciow MM & Arambarri AM. 2003a. Presencia de *Phytophthora cactorum* en lotes de producción comercial de frutillas de la zona norte de la provincia de Buenos Aires. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 38: 264-265.
- González BA, Steciow MM & Arambarri AM. 2003b. *Phytophthora cactorum* en plantines de frutillas. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 38 (Supl.): 265.
- Goodwin SB, Sujkowski LS & Fry WE. 1995. Rapid evolution of pathogenicity within clonal lineages of the potato late blight disease fungus. *Phytopathology* 85:669-676.
- Grego P & Wolcan S. 2005. Enfermedades de plantas ornamentales que se están estudiando en La Plata. VII Jornadas Nacionales de Floricultura. Trevelín, Chubut. Octubre 2005. Libro de Res.:s/n
- Greslebin AG, Hansen EM, Winton LM & Rajchenberg M. 2005. *Phytophthora* species from declining *Austrocedrus chilensis* forests in Patagonia, Argentina. *Mycologia* 97: 218-228.
- Greslebin AG, Hansen EM & Sutton W. 2007. *Phytophthora austrocedrae* sp. nov., a new species associated with *Austrocedrus chilensis* mortality in Patagonia (Argentina). *Mycological Research* 111: 308-316.
- Greslebin AG & Hansen EM. 2010. Pathogenicity of *Phytophthora austrocedrae* on *Austrocedrus chilensis* and its relation with mal del ciprés in Patagonia. *Plant Pathology* 59: 604-612.
- Grijalba PE, Palmucci HE & Guillín E. 2008. Identificación de *Phytophthora nicotianae* afectando plantas de *Dieffenbachia picta*. I Congreso Argentino de Fitopatología 28 al 30 de mayo de 2008, Córdoba Argentina. Libro de Res.: 140.

- Grijalba PE, Palmucci HE, Mohs A & Pase S. 2011a. Identificación de especies de *Pythium* asociadas con plántulas de soja. II Congreso Argentino de Fitopatología, 1 al 3 de junio de 2011, Mar del Plata, Argentina.
- Grijalba PE, Ridao A del C & Palmucci HE. 2011b. New race of *Phytophthora sojae* in southern Buenos Aires province (Argentina). *Phytopathology* 101: S64.
- Grijalba PE & Palmucci HE. 2013. *Pythium graminicola* agente causal del Amarillamiento del kikuyo en la Republica Argentina. XXII Congreso Peruano y XVII Congreso Latinoamericano de Fitopatología, 1 al 5 de Octubre, Chiclayo, Lambayeque-Perú. Libro de Res.: 34.
- Grijalba PE, Ridao A del C & Steciow MM. 2014. Prevalencia y caracterización de razas de *Phytophthora sojae* en el sudeste de Buenos Aires. 3er Congreso Argentino de Fitopatología. Tucumán, 2014. Libro de Res.: 370.
- Grijalba P, Zapata R, Palmucci H & Baron C. 2015. Podredumbre basal de plantas de tomate causada por *Pythium aphanidermatum*. *Boletín Sociedad Argentina de Botánica* 50: 11-15.
- Guindon S & Gascuel O. 2003. A simple, fast, and accurate algorithm to estimate large phylogenies by maximum likelihood. *Systematic Biology* 52: 696-704.
- Gull C, Labuschagne N & Botha WJ. 2004. *Pythium* species associated with wilt and root rot of hydroponically grown crops in South Africa. *African Plant Protection* 10: 109-116.
- Gutiérrez W, Melton T & Mila A. 2012. *Pythium* root rot in flue-cured tobacco seedlings produced in greenhouses: Factors associated with its occurrence and chemical control. Online. *Plant Health Progress*. doi:10.1094/PHP-2012-0925-01-RS.
- Haggag WM. 2013. First record of *Phytophthora cinnamomi* in kiwifruit trees in Egypt. *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)* 3.
- Hall G. 1993. An integrated approach to the analysis of variation in *Phytophthora nicotianae* and a redescription of the species. *Mycological Research* 97: 559-574.
- Halsall DM. 1976. Specificity of cytoplasmic and cell-wall antigens from four species of *Phytophthora*. *Journal of General Microbiology* 94: 149-158.
- Hammond PM. 1995. The current magnitude of biodiversity. Pp: 113-138. In: *Global Biodiversity Assessment*. Heywood VH (Ed.). Cambridge University Press, Cambridge, UK. 1140 pp.
- Hansen E & Maxwell DP. 1991. Species of the *Phytophthora megasperma* complex. *Mycologia* 83: 376-381.
- Hao W, Richardson PA & Hong CX. 2010. Foliar blight of annual Vinca (*Catharanthus roseus*) caused by *Phytophthora tropicalis* in Virginia. *Plant Disease* 94: 274.

- Hardham AR. 1992. Cell biology of pathogenesis. *Annual Review of Plant Pathology* 43: 491-526.
- Hardham AR. 2005. CAB Abstracts Molecular *Plant Pathology* 6:589-604.
- Hardy GE. 1988. *Phytophthora* spp. associated with container-grown plants in nurseries in western Australia. *Plant Disease* 72: 435-437.
- Harman GE, Howell CR, Viterbo A, Chet I & Lorito M. 2004. *Trichoderma* species opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology* 2: 43-56.
- Hausbeck MK & Lamour KH. 2004. *Phytophthora capsici* on vegetable crops: Research progress and management challenges. *Plant Disease* 88: 1292-1303.
- Hawksworth DL. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycological Research* 95: 641-655.
- Hawksworth DL. 2001. The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. *Mycological Research* 105: 1422-1432.
- Hawksworth DL. 2004. Fungal diversity and its implications for genetic resource collections. *Studies in Mycology* 50: 9-18.
- Hemmes DE. 1983. Cytology of *Phytophthora*. Pp 9-40 In: *Phytophthora: Its Biology, Taxonomy, Ecology and Pathology*. Erwin DC, Bartnicki-Garcia S & Tsao PH (Eds.). American Phytopathological Society, St Paul, Minnesota. 392pp.
- Hendrix FFJ & Campbell WA. 1970. Distribution of *Phytophthora* and *Pythium* species in soils in the continental United States. *Canadian Journal of Botany* 48: 377-384.
- Herrero ML, Hermansen A & Elen ON. 2003. Occurrence of *Pythium* spp. and *Phytophthora* spp. in Norwegian greenhouses and their pathogenicity on *Cucumber* Seedlings. *Journal of Phytopathology* 151:36-41.
- Hinzpeter I, Shene C & Masson L. 2006. Alternativas biotecnológicas para la producción de ácidos grasos poliinsaturados omega-3. *Grasas y Aceites* 57: 336-342.
- Hirayama Y & Tojo M. 1999. Threshold level of oospores density of *Pythium aphanidermatum* and *P. spinosum* causing damping off in spinach seedlings. The Japanese Society of Soil Microbiology. *Soil Microorganisms* 53: 53-56.
- Ho HH & Zentmyer GA. 1977. Morphology of *Phytophthora cinamomi*. *Mycología* 69: 701-713.
- Ho HH & Jong SC. 1986. A comparison between *Phytophthora cryptogea* and *P. drechsleri*. *Mycotaxon* 27: 289-319.
- Ho HH. 1990. Taiwan *Phytophthora*. *Botanical Bulletin Academia Sinica* 31: 89-106.

- Ho HH & Jong SC. 1991. Species concepts of *Phytophthora cryptogea* and *Phytophthora drechsleri*. *Mycotaxon* 40: 35-39.
- Ho HH, Ann PJ & Chang HS 1995. The genus *Phytophthora* in Taiwan. Institute of Botany, Academia Sinica *Monograph Series* 15: 1-81.
- Ho HH. 1996. The genus *Phytophthora* in mainland China. *Mycotaxon* 58: 93-118.
- Ho HH, Chen XX, Zeng HC & Zheng FC. 2012. The occurrence and distribution of *Pythium* species on Hainan Island of South China. *Botanical Studies* 53: 525-534.
- Ho HH. 2013. The genus *Pythium* in mainland China. *Mycosystema* 32: 20-44.
- Hoitink HAJ, Inbar I & Boehm MJ. 1991. Status of compost-amended potting mixes naturally suppressive to soilborne diseases of floricultural crops. *Plant Disease* 75: 869-873.
- Holevas CD, Chitzanidis A & Pappas AC. 2000 Disease agents of cultivated plants observed in Greece from 1981 to 1990. *Annals of the Benaki Phytopathological Institute* 19:1-96.
- Hong CX, Kong P & Richardson PA. 2002. Epidemiological significance of *Phytophthora* species present in recycled irrigation water to ornamental production. *Phytopathology* 92: S144.
- Hong CX, Richardson PA, Kong P & Bush EA. 2004. Efficacy of Chlorine on Multiple Species of *Phytophthora* in Recycled Nursery Irrigation Water. *Plant Disease* 1183-1189.
- Hong CX & Moorman GW. 2005. Plant pathogens in irrigation water: Challenges and opportunities. *Critical Reviews in Plant Sciences* 24: 189-208.
- Hong C, Richardson PA & Kong P. 2008. Pathogenicity to ornamental plants of some existing species and new taxa of *Phytophthora* from irrigation water. *Plant Disease* 92:1201-1207.
- Hong CX, Gallegly ME, Richardson PA, Kong P, Moorman GW, Lea-Cox JD & Ross DS. 2010. *Phytophthora hydropathica*, a new pathogen identified from irrigation water, *Rhododendron catawbiense* and *Kalmia latifolia*. *Plant Pathology* 59:913-921.
- Hong CX, Gallegly ME, Richardson PA & Kong P. 2011. *Phytophthora pini* Leonian resurrected to distinct species status. *Mycologia* 103:351-360.
- Hongn S, Bains O, Pahilé T, Canton N & Ramallo JC. 2003. Hongos presentes en arándano en Salta y Tucumán, Argentina. XXVI Congreso Argentino de Horticultura. Paraná. Entre Ríos. Libro de Res.: 20-22.
- Hsiang T, Wu C, Yang L & Liu L. 1995. *Pythium* root rot associated with cool-season dieback of turfgrass in Ontario and Quebec. *Canadian Plant Disease Survey* 75: 191-195.

- Hu JH, Hong CX, Stromberg EL & Moorman GW. 2008. Mefenoxam sensitivity and fitness analysis of *Phytophthora nicotianae* isolates from nurseries in Virginia, USA. *Plant Pathology* 57: 728-736.
- Huang JH, Chen CY, Lin YS, Ann PJ, Huang HC & Chung WH. 2013. Six new species of *Pythiogeton* in Taiwan, with an account of the molecular phylogeny of the genus. *Mycoscience* 54: 130-147.
- Hulvey J, Telle S, Nigrelli L, Lamour K & Thines M. 2010. Salisapiliaceae-a new family of oomycetes from marsh grass litter of southeastern North America. *Persoonia* 25: 109-116.
- Hurtado Gonzales O, Aragon Caballero L, Apaza Tapia W, Donahoo R & Lamour K. 2008. Survival and spread of *Phytophthora capsici* in coastal Perú. *Phytopathology* 98: 688-694.
- Hwang J & Benson DM. 2005. Identification, mefenoxam sensitivity, and compatibility type of *Phytophthora* spp. attacking floriculture crops in North Carolina. *Plant Disease* 89: 185-190.
- Hyeong JJ, WanGyu K, JaeYeong K & SeongEon L. 1998. Unrecorded *Phytophthora* diseases of flowering plants caused by *Phytophthora nicotianae* in Korea. *Korean Journal of Plant Pathology* 14: 452-457.
- Ikeda S, Shimizu A, Shimizu S, Takahashi H & Takenaka S. 2012. Biocontrol of black scurf on potato by seed tuber treatment with *Pythium oligandrum*. *Biological Control* 60: 297-304.
- Ilieva EI. 1995. Two species of *Pythium* isolated from tomatoes, cucumbers and carnation. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 1: 1-6.
- Index Fungorum. <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>, consultado año 2014.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA. Producción de plantas de tabaco en bandejas flotantes. (En: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210774.pdf>, consultado 27 de mayo de 2014).
- INTA informa. 2011. La floricultura genera más de U\$S 200 M. anuales. Reportaje al Ing. Agr. Daniel Morisigue. Publicado en octubre de 2011, (En: <http://intainforma.inta.gov.ar/?p=8831>, consultado febrero de 2014).
- Iribarren J, Borassi C, Guillin E & Ferri A. 2012a. Identificación molecular en *Phytophthora* spp. patogénicas sobre horticolas de Bs. As. XV Congreso Latinoamericano de Genética, Rosario, 2012. Libro de Res.: 220.
- Iribarren J, Borassi C, Guillin E & Ferri A. 2012b. Caracterización morfológica y molecular de aislamientos de *Phytophthora capsici* obtenidos de cultivos horticolas del NE de la provincia de Buenos Aires. XIV Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Potrero de Los Funes, 2012. Libro de Res.: 61.
- Iribarren MJ, Borassi C, Ferri A, Guillín E, González BA & Steciow M. 2013. Genetic structure of *Phytophthora capsici* populations in the northeast of Buenos Aires Province, Argentina.

- XXII Congreso Peruano y XVII Congreso Latinoamericano de Fitopatología. 1-5 de Octubre de 2013. Chiclayo, Perú. Libro de Res.: 108.
- Ivors K & Greene MD. 2008. Identifying *Phytophthora* species isolated from stream baits in North Carolina. *Phytopathology* 98:572.
- Jarvis WR. 1992. *Managing diseases in greenhouse crops*. American Phytopathological Society (APS Press), Saint Paul, Minnesota 288 pp.
- Jarvis WR, Shipp JL & Gardiner RB. 1993. Transmission of *Pythium aphanidermatum* to greenhouse cucumber by the fungus gnat *Bradysia impatiens* (Diptera, Sciaridae). *Annals of Applied Biology* 122:23-29.
- Jeffers SN & Martin SB. 1986. Comparison of two media selective for *Phytophthora* and *Pythium* species. *Plant Disease* 70:1038-1043.
- Johnson TW Jr, Seymour RL & Padgett DE. 2002. Biology and systematics of the Saprolegniaceae (En: <http://www.ilumina-dlib.org.1028p>. consultado diciembre de 2014).
- JICA-INTA. 2003. Estudio sobre la caracterización de la producción florícola en la República Argentina. JICA-INTA, INTEA S. A. (Eds.) Bs.As.
- Johnstone MB. 2001. Canopy and leaf exchange accompanying *Pythium* root rot of lettuce and chrysanthemum. MSc. thesis, University of Guelph, Ontario, Canada.
- Jones EE & Deacon JW. 1995. Comparative physiology and behavior the mycoparasites *Pythium acanthoform*, *P. oligandrum* and *P. mycoparasiticum*. *Biocontrol Science and Technology* 5: 27-39.
- Jones DR & Baker RHA. 2007. Introductions of non-native plant pathogens into Great (Cause: *P. mexicana* Hots. et Hart.)). *Phytopathologische Zeitschrift (Phytopathol. Z.) Phytopathol. Z.* 107: 244-249.
- Jung T, Blaschke H & Neumann P. 1996. Isolation, identification and pathogenicity of *Phytophthora* species from declining oak stands. *European Journal of Forest Pathology* 26: 253-272.
- Jung T, Cooke DEL, Blaschke H, Duncan JM & Oswald W. 1999. *Phytophthora quercina* sp. nov., causing root rot of European oaks. *Mycological Research* 103: 785-98.
- Jung T, Hudler GW, Jensen-Tracy SL, Griffiths HM, Fleischmann F & Oßwald W. 2005. Involvement of *Phytophthora* spp. in the decline of European beech in Europe and the USA. *Mycologist* 19: 159-166.

- Jung T & Burgess TI. 2009. Re-evaluation of *Phytophthora citricola* isolates from multiple woody hosts in Europe and North America reveals a new species, *Phytophthora plurivora* sp. nov. *Persoonia* 22: 95-110.
- Kawamura Y & Yokoo K. 2005. Distribution of *Pythium porphyrae*, the causal agent of red rot disease of *Porphyra* spp., in the Ariake Sea, Japan. *Plant Disease* 89: 1041-1047.
- Kelly CL, Pickering CM & Buckley RC. 2003. Impacts of tourism on threatened plant taxa and communities in Australia. *Ecological Management and Restoration* 4: 37-44.
- Kessel G, Huarte M, Lucca F, Santini M, Rijzebol C, Raatjes P, Rovers J, Den Boer J. & Schepers H. 2010. *PPO-Special Report*: 14: 75-78.
- Kew Royal Botanic Gardens. *Euphorbia pulcherrima* (poinsettia).  
(En: <http://www.kew.org/science-conservation/plants-fungi/euphorbia-pulcherrima-poinsettia>, consultado 27 mayo, 2014).
- Kiehr M, Delhey R, Lusto J & Gaido E. 2000. Marchitamiento y podredumbre vascular (*Pythium tracheiphilum*) de lechuga, en el cinturón hortícola de Bahía Blanca, Argentina. *Horticultura Argentina* 19: 63.
- Kiehr M & Delhey R. 2013. Enfermedades de Zapallo (*Cucurbita* spp.). Pp 189-245. In: *Manual del cultivo del zapallo Anquito (Cucurbita moschata Duch.)*. Della Gaspera(Ed.). INTA. 344pp.
- Kim SH, Forer LB & Longenecker JL. 1975. Recovery of plant pathogens from commercial peat products. *Proceeding of American Phytopathological Society* 2:124.
- Kim JW & Park EW. 1999. Occurrence and pathogenicity of *Pythium* species isolated from leaf blight symptoms of turfgrasses at golf courses in Korea. *Plant Pathology Journal* 15: 112-118.
- King M, Reeve W, van der Hoek MB, Williams N, McComb J, O'Brien PA & Hardy GESJ. 2010. Defining the phosphite-regulated transcriptome of the plant pathogen *Phytophthora cinnamomi*. *Molecular Genetics and Genomics* 284: 425-435.
- Kirk PM, Cannon PF, David JC & Stalpers JA. 2001. *Dictionary of the Fungi*, 9<sup>th</sup> edition, CAB International, Wallingford. 655 pp.
- Kirk PM, Cannon PF, Minter DW & Stalpers JA. 2008. Ainsworth & Bisby's *Dictionary of the Fungi*, 10th edn. CAB International, Wallingford. UK. 771 pp
- Knight J. 2002. Fears mount as oak blight infect redwoods. *Nature* 415: 251.
- Kong P, Hong C, Richardson PA & Gallegly ME. 2003. Single-strand-conformation polymorphism of ribosomal DNA for rapid species differentiation in genus *Phytophthora*. *Fungal Genetics and Biology* 39: 238

- Kouyeas H. 1964. Notes on species of *Pythium*. 2. *Annals Institute of Phytopathology*. Benaki, N. S., 6: 117-123.
- Kröber H & Plate HP. 1971. A crown rot of *Gypsophila paniculata* L. caused by *Phytophthora cryptogea* Peth. et. *Laff. Nachrichtenbl Deut Pflanzenschutzdienstes* 23: 74-77.
- Kröber H, Kienwnick L & Richter J. 1983. *Phytophthora*-Stammbasisfäule an *Dieffenbachia maculata* (Erreger: *P. mexicana* Hots. et Hart.) (Stem base rot of *Dieffenbachia maculata* (Cause: *P. mexicana* Hots. et Hart.). *Phytopathologische Zeitschrift (Phytopathol. Z.)* 107: 244-249.
- Kuan TL & Erwin DC. 1980. Predisposition effect of water saturation of soil on *Phytophthora* root rot of alfalfa. *Phytopathology* 70: 981-986.
- Kroon LPNM, Bakker FT, Bosch GBM van den, Bonants PJM & Flier WG. 2004. Phylogenetic analysis of *Phytophthora* species based on mitochondrial and nuclear DNA sequences. *Fungal Genetics and Biology* 41: 766-782.
- Kroon LPNM, Brouwer H, de Cock AWAM & Govers F. 2012. The Genus *Phytophthora* Anno 2012. *Phytopathology* 102: 348-364.
- Krywienczyk J & Dorworth CE. 1980. Serological relationships of some fungi of the genus *Pythium*. *Canadian Journal of Botany* 58: 1412-1417.
- Kuan TL & Erwin DC. 1980. Formae speciales differentiation of *Phytophthora megasperma* isolates from soybean and alfalfa. *Phytopathology* 70: 333-338.
- Kuo CH, Lee ML & Hsieh WH. 1991. Investigation and pathogenicity test of *Pythium* species from crucifer fields in Taiwan. *Plant Protection Bulletin Taiwan* 32: 210-217.
- La Manna L, Greslebin AG & Matteucci SD. 2013. Applying cost-distance analysis for forest disease risk mapping: *Phytophthora austrocedrae* as an example. *European Journal of Forest Research* 132:877-885.
- Lahitte HB, Hurrell JA, Valla JJ, Jankowski LS, Bazzano D & Hernández AJ. 1999. *Árboles urbanos. Biota Rioplatense IV. Inventario de la biota de la región del Delta del Paraná, Isla Martín García y Ribera Platense*. 320 pp.
- Laing SAK & Deacon JW. 1991. Video microscopical comparison of mycoparasitism by *Pythium oligandrum*, *P. nunn* and an unnamed *Pythium* species. *Mycological Research* 95: 469-479.
- Lamour KH, Mudge J, Gobena D, Hurtado-Gonzalez O, Shmutz J, Kuo A, Miller NA, Rice BJ, Raffaele S, Cano LM, Bharti AK, Donahoo RS, Finley S, Huitema E, Hulvey J, Platt D, Salamov A, Savidor A, Sharma R, Stam R, Storey D, Thines M, Win J, Haas BJ, Dinwiddie DL, Jenkins J, Knight JR, Affourtit JP, Han CS, Chertkov O, Lindquist EA, Detter C, Grigoriev IV, Kamoun S & Kingsmore SK 2012. Genome sequencing and mapping reveal

- loss. of heterozygosity as a mechanism for rapid adaptation in the vegetable pathogen *Phytophthora capsici*. *Molecular Plant Microbe Interactions* 25: 1350–1360.
- Lamour KH. 2013. *Phytophthora: A Global Perspective*. CABI Plant Protection series: 2. Lamour K (Ed.). 244 pp.
- Larach A, Besoain X & Salgado E. 2009. Crown and root rot of highbush blueberry caused by *Phytophthora cinnamomi* and *P. citrophthora* and cultivar susceptibility. *Ciencia e Investigación Agraria*. 36:433-442.
- Larsson M. 1994. Prevalence and pathogenicity of spinach root pathogens of the genus *Pythium* in Sweden. *Plant Pathology* 43: 261-268.
- Latijnhouwers M, de Wit PJGM & Govers F. 2003. Oomycetes and fungi: similar weaponry to attack plants. *Trends in Microbiology* 11: 462-469.
- Latorre BA, Alvarez CA & Ribeiro OK. 1991. *Phytophthora* root rot of kiwifruit in Chile. *Plant Disease* 75:949-952.
- Layon M. 2000. GeneTool 1.0. *Biotech Software and Internet Report* 1: 261-264.
- Le Floch G, Vallance J, Benhamou & Rey P. 2009. Combining the oomycete *Pythium oligandrum* with two other antagonistic fungi: Root relationships and tomato grey mold biocontrol. *Biological Control* 50: 288-298.
- Leonian LH. 1925. Physiological studies on the genus *Phytophthora*. *West Virginia Agricultural Experiment Station. Scientific Paper* 11: 444-498.
- Leonian LH. 1934. Identification of *Phytophthora* species. *West Virginia Agriculture Experiment Station Bulletin* 262: 2-36
- Lévesque C.A, Harlton CE & de Cock AWAM. 1998. Identification of some oomycetes by reverse dot blot hybridization. *Phytopathology* 88: 213-222.
- Lévesque CA & De Cock AWAM. 2004. Molecular phylogeny and taxonomy of the genus *Pythium*. *Mycological Research* 10: 1363-1383.
- Lévesque CA, Brouwer H, Cano L, Hamilton JP, Holt C, Huitema E *et al.* 2010. Genome sequence of the necrotrophic plant pathogen *Pythium ultimum* reveals original pathogenicity mechanisms and effector repertoire. *Genome Biology* 11: R73. (En:[10.1186/gb-2010-11-7-r73](https://doi.org/10.1186/gb-2010-11-7-r73), consultado 27 de noviembre de 2014).
- Lévesque A. 2011. Fifty years of oomycetes from consolidation to evolutionary and genomic exploration. *Fungal Diversity* 50:35–46.
- Lifshitz R, Dupler M, Elad Y & Baker R. 1984. Hyphal interactions between a mycoparasite, *Pythium nunn*, and several fungi. *Canadian Journal of Microbiology* 30: 1482. 1487.

- Liu X, Su X, Zou F & Guo Q. 2001. Construction of cDNA library of *Pythium carolinianum*, a mosquito killing fungus. *Fungal Diversity* 7: 53-59.
- Lodhi AM. 2007. Taxonomic studies on Oomycetous fungi from Sindh. Thesis (En: <http://eprints.hec.gov.pk/2312/1/2167.htm>, consultado mayo 2014).
- Lodhi M, Khanzada A, Shahzad S & Ghaffar A. 2013. Prevalence of *Pythium aphanidermatum* in agro ecosystem of Sindh province of Pakistan *Pakistan. Journal of Botany* 45: 635-642.
- Loyd AL. 2013. Tesis Maestria The risks associated with irrigating woody ornamental plants with *Phytophthora* Infested Water (En: <http://repository.lib.ncsu.edu/ir/bitstream/1840.16/8344/1/etd.pdf>, consultado 3 de febrero de 2014).
- Lucca MF & Huarte MA. 2012. Avances en el control del tizón tardío de la papa en Argentina XXV Congreso de la Asociación Latinoamericana de la papa. 17-20 septiembre de 2012, Uberlandia, MG-Brasil.
- Lucero G, Vettraino AM, Pizzuolo P & Vannini A. 2006. First report of *Phytophthora nicotianae* on jojoba in Argentina. *Plant Pathology* 55: 295.
- Lucero G, Vettraino AM, Pizzuolo P, Di Stefano C & Vannini A. 2007. First report of *Phytophthora palmivora* on olive trees in Argentina. *Plant Pathology* 56: 728-728.
- Lucero G, Pizzuolo P, Boiteux J, Hapon MV, Ojer M, Franceschini S, Vettraino AM & Vanini A. 2011. Primer reporte de *Phytophthora cryptogea* sobre cerezo en Argentina. II Congreso Argentino de Fitopatología. 1-3 Junio de 2011, Mar del Plata, Argentina. Libro de Res.: 121.
- Luz EDMN, Santos AF dos, Matsuoka K & Bezerra JL. 2001. *Doenças causadas por Phytophthora no Brasil*. Campinas: Livraria e Editora rural. 754 pp.
- Mac Donald JD, Ali- Shtayeh MS & Kabashima J. 1994. Occurrence of *Phytophthora* species in recirculated nursery irrigation effluents. *Plant Disease*: 607-611.
- Mchau GRA & Coffey MD. 1995. Evidence for the existence of two distinct subpopulations in *Phytophthora capsici* and a redescription of the species. *Mycological Research* 99: 89-102.
- McLeod A, Botha WJ, Meitz JC, Spies CFJ, Tewoldemedhin YT & Mostert L. 2009. Morphological and phylogenetic analyses of *Pythium* species in South Africa. *Mycological Research* 113: 933-951.
- Mantecón JD & Escande AR. 1984. Chemical control of potato late blight (*Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary). *Fitopatologia* 19:18-21.
- Mantecón JD & Escande A. 1985a. Effectiveness of chemical treatments to control potato late blight (*Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary). *Boletín Técnico INTA* 96: 11.

- Mantecón JD & Escande AR. 1985b. Chemical control of late blight (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) of potato. II. Effectiveness of systemic and non-systemic fungicides. *Fitopatología* 20: 71-74.
- Mantecón JD. 1987. Absence of *Phytophthora infestans* strains resistant to fungicides of the acylalanine group in Balcarce (Argentina). *Revista de la Facultad de Agronomía* (La Plata) 63: 78-81.
- Mantecón JD. 1989. Chemical control of potato late blight *Tests of agrochemicals and cultivars* 10: 60-61.
- Mantecón JD. 2009. Importance of potato late blight in Argentina, and the effect of fungicide treatments on yield increments over twenty years. *Ciencia e Investigación Agraria* 36: 115-122.
- Marchionatto JB. 1948. Enfermedad de los almácigos (*Pythium damping off*). In: *Tratado de Fitopatología*. pp 167-169. Ed. Sudamericana. 1a Edición, Capital Federal.
- Margulis L, Corliss JO, Melkonian M & Chapman DJ. 1989. *Handbook of protoctista*. Jones & Barlett (Eds.), Boston. 914 pp.
- Margulis L & Schwartz KV. 1998. *Five kingdoms: An illustrated guide to the phyla of life on earth*. Freeman WH & Co., New York (Third Edition.). 448 pp.
- Martin FN. 1995. Meiotic instability of *Pythium sylvaticum* as demonstrated by inheritance of nuclear markers and karyotype analysis. *Genetics* 139: 1233-1246.
- Martin FN & Loper JE. 1999. Soilborne plant diseases caused by *Pythium* spp.: ecology, epidemiology, and prospects for biological control. *Critical Reviews in Plant Sciences* 18: 111-181.
- Martin FN & Tooley PW. 2003. Phylogenetic relationships among *Phytophthora* species inferred from sequence analysis of mitochondrially encoded cytochrome oxidase I and II genes. *Mycologia* 95: 269-284.
- Martin FN, Abad ZG, Balci Y & Ivors K. 2012. Identification and detection of *Phytophthora*: Reviewing our progress, identifying our needs. *Plant Disease* 96: 1080-1103.
- Mc Leod A & Coertze S. 2007. First report of *Phytophthora cryptogea* on *Osteospermum* spp. in South Africa. *Plant Disease* 91: 322.
- Mchau GRA & Coffey MD 1995. Evidence for the existence of two distinct subpopulation in *Phytophthora capsici* an a redescription os the species. *Mycological Research* 99: 89-102.
- Masih I & Paul B. 2003. *Pythium regulare* sp. nov., isolated from the Canary Islands, its taxonomy, its region of rDNA, and comparison with related species. *Current Microbiology* 47: 309-13.

- Mathews VD. 1931: "*Studies on the genus Pythium*". University of North Carolina Press. 136 pp.
- Matsumoto C, Kageyama K, Suga H & Hyakumachi M. 1999. Phylogenetic relationships of *Pythium* species based on ITS and 5.8S sequences of the ribosomal DNA. *Mycoscience* 40: 321-331.
- Melgares de Aguilar J. 1996. El cultivo del Lisianthus. *Horticultura* 113: 13-16.
- Mendoza L, Ajello L & Mc Ginnis MR. 1996. Infections caused by the Oomycetous pathogen *Pythium insidiosum*. *Journal of Mycology Medicine* 6: 151-164.
- Menzies JG & Bélanger RR. 1996. Recent advances in cultural management of diseases of greenhouse crops. *Canadian Journal of Plant Pathology* 18:186-193.
- Metzger R, Belbahri L, Calmin G, Badin N & Lefort F. 2007. First Report of *Pythium intermedium* causing root rot on *Rosa canina* rootstock in France. *Plant Disease* 91: 1.055.2.
- Meza Moller A, Esqueda M, Gardea A, Tiznado M & Callero GV. 2007. *Revista Mexicana de Micología* 24: 1-7.
- Middleton JT. 1943. The taxonomy, host range and geographic distribution of the genus *Pythium*. *Memoirs of the Torrey Botanical Club* 20: 1-171.
- Milholland RD. 1995. Diseases caused by fungi, blueberries, *Phytophthora* root rot. Pp: 7-23. *In: Compendium of Blueberry and Cranberry Disease*. Caruso F & Ramsdell D (Eds). APS Press, St Paul, Minnesota, USA.
- Mills SD, Foerster H & Coffey MD. 1991. Taxonomic structure of *Phytophthora cryptogea* and *P. drechsleri* based on isozyme and mitochondrial DNA analyses. *Mycological Research* 95: 31-48.
- Miller PM. 1955. V-8juice agar as a general-purpose medium for fungi and bacteria. *Phytopathology* 45: 461-462.
- Minnies AM, Farr DF & Rossmann AY. Fungal Nomenclature Database, Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA. Consultado octubre 2014. /fungaldatabases/nomen/Nomenclature.cfm, consultado año 2014.
- Mondino MC, Ferrato J, Babbit S & Ortiz Mackinson M. 2008. Protocolo para la producción comercial de plantines de hortalizas en cepellón. Publicación Miscelánea N° 43 INTA Oliveros. Santa Fe, Argentina. 16pp.
- Moorman GW. 1986. Increased plant mortality caused by *Pythium* root rot of poinsettia associated with high fertilization rates. *Plant Disease* 70:160-162.

- Moorman GW, Kang S, Geiser DM & Kim SH. 2002. Identification and characterization of *Pythium* species associated with greenhouse floral crops in Pennsylvania. *Plant Disease* 86:1227-1231.
- Moorman GW & Kim SH. 2004. Species of *Pythium* from greenhouses in Pennsylvania exhibit resistance to propamocarb and mefenoxam. *Plant Disease* 88: 630-2.
- Mooney H & Cleland EE. 2001. The evolutionary impact of invasive species. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 98: 5446-5451.
- Moralejo E, Pérez-Sierra A, Álvarez LA, Belbahri, Lefort F & Descals E. 2009. Multiple alien *Phytophthora* taxa discovered on diseased ornamental plants in Spain. *Plant Pathology* 58:100-110.
- Morisigue DE, Masakatsu M & Nishiyama K. 2002. Relevamiento de la actividad florícola y plantas ornamentales del Gran Buenos Aires. Centro Tecnológico de Flori-Fruti-Horticultura (CETEFFHO)- Agencia de Cooperación Internacional del Japón. (JICA). 27 pág.
- Morisigue DE, Mata D, Faciuto G & Bullrich L. 2012. *Floricultura. Pasado y presente de la floricultura argentina*. Ediciones INTA. 36 pp.
- Mostowfizadeh Ghalamfarsa R & Banihashemi Z. 2005. Identification of soil *Pythium* species in Fars province of Iran. *Iranian Journal of Science and Technology* 29:79-87.
- Mullis K, Faloona F, Scharf S, Saiki R, Horn G & Erlich H. 1986. Specific enzymatic amplification of DNA in vitro: The polymerase chain reaction. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 51: 263-273.
- Munford R, Boonham N, Tomlinsons J & Barker I. 2006. Advances in molecular phytodiagnosics-new solutions for old problems. *European Journal of Plant Pathology* 116:1-19.
- Mycobank. 2014. Fungal Database Nomenclature and Species Banks Online Taxonomic Novelites Submission. Administrado por la International Micological Association. <http://www.mycobank.org/>., consultado años 2014 y 2015.
- Nechwatal J, Wielgoss A & Mendgen K. 2005. *Pythium phragmitis* sp. nov., a new species close to *P. arrhenomanes* as a pathogen of common reed (*Phragmites australis*). *Mycological Research* 109: 1337-1346.
- Nechwatal J, Bakonyi J, Cacciola SO, Cooke DEL, Jung T, Nagy ZA, Vannini A, Vettraino AM & Brasier CM. 2012. The morphology, behaviour and molecular phylogeny of *Phytophthora* taxon Salixsoil and its redesignation as *Phytophthora lacustris* sp. nov. *Plant Pathology* Doi:10.1111/j.1365-3059.2012.02638.x
- Nei M & Kumar S. 2000. *Molecular Evolution and Phylogenetics*. Oxford University Press, New York. 329 pp.

- Nelson SC & Abad ZG. 2010. *Phytophthora morindae*, a new species causing black flag disease on noni (*Morinda citrifolia* L) in Hawaii. *Mycologia* 102: 122-134.
- Nema S & Sharma ND. 2000. A new *Phytophthora* leaf blight of *Dieffenbachia* spp. *Journal of Mycopathological Research* 38:57-58.
- Newhook FJ, Waterhouse GM & Stamps DJ. 1978. Tabular key to the species of *Phytophthora* de Bary. *Mycological Papers* 143. Commonwealth Mycological Institute, Kew, England
- Nielsen CJ, Stanghellini ME & Ferrin DM. 2004. *Phytophthora* in recirculating cultural systems: The influence of different irrigation regimes on disease development. *Phytopathology* 94: S153.
- Nishiyama I, Yamashita Y, Yamanaka M, Himohashi A, Fukuda T & Oota T. 2004. Varietal difference in vitamin C content in the fruit of kiwifruit and other *Actinidia* species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52: 5472-5475.
- Nishiyama I. 2007. Fruits of the *Actinidia* genus. *Advances in Food and Nutrition Research* 52: 293-324.
- Nobleza Piccardo SAICYF Informe Estratégico consultores. 2007. Importancia del tabaco para Argentina y sus regiones. (En: [http://www.noblezapiccardo.com/groupsites/bat\\_/7x3dc8.nsf/vwPagesWebLive/DO7X4CZ4/\\$FILE/medMD7XWJYV.pdf?openelement](http://www.noblezapiccardo.com/groupsites/bat_/7x3dc8.nsf/vwPagesWebLive/DO7X4CZ4/$FILE/medMD7XWJYV.pdf?openelement), consultado 27 de noviembre de 2014).
- Noelting MCI & Sandoval MC. 2007. First report of stem canker affecting *Amaranthus caudatus* in Argentina. *Australasian Plant Disease Notes* 2: 5
- Nome SF, Docampo DM & Conci LR. 2012. Atlas e índice de enfermedades de plantas cultivadas y nativas, explotadas de Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (En: <http://rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado 2014).
- Oasis ®. (En <http://www.oasisgrower.co.nz>, consultado febrero 2001).
- O'Brien BL, Parrent JL, Jackson JA, Moncalvo JM & Vilgalys R. 2005. Fungal community analysis by large-scale sequencing of environmental samples. *Applied and Environmental Microbiology* 71:5544-5550.
- Ojeda MS & ZAK LF. 1993. Etiología de la pudrición del cuello de la gipsofila (*Gypsophila paniculata*) en Tepeji del Río, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Micología* 9:169-171.
- Olson HA & Benson DM. 2011. Characterization of *Phytophthora* spp. on floriculture crops in North Carolina. *Plant Disease* 95: 1013–1020
- Olson HA, Carbone I & Benson DM. 2011. Phylogenetic history of *Phytophthora cryptogea* and *Phytophthora drechsleri* isolates from floriculture crops in North Carolina greenhouses. *Phytopathology* 101:1373-1384.

- Orlikowski LB, Wojdyla A & Skrzypczak C. 1991. Diseases of *Gypsophila paniculata* in Poland and their control. Pt.1. Stem rot of *Gypsophila paniculata* incited by *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae* and *Fusarium culmorum*. Prace Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarnictwa w Skierniewicach. *Seria B, Rośliny Ozdobne* (Journal) 16: 157-162.
- Orlikowski LB, Skrzypczak C & Szkuta G. 2001. Occurrence of *Phytophthora* root and foot rot of dieffenbachia, peperomia and radermachera in polish greenhouses. *Phytopatologia Polonica* 21:109-117.
- Orlikowski LB & Ptaszek M. 2009. *Phytophthora cryptogea* and *Ph. citrophthora*; new pathogens of *Forsythia intermedia* in polish ornamental hardy nursery stocks. *Journal of Plant Protection Research* 48: 495-501.
- Orlikowski LB, Ptaszek M & Trzewik A. 2011. *Phytophthora* shoot blight of periwinkle in polish hardy ornamental nursery stock. *Journal of Plant Protection Research* 51: 448-453.
- Orr DD & Martin P. 1987. A new host and distribution record of *Pythium irregulare* Buisman, in Canada. *Canadian Plant Disease Survey* 67: 7.
- Oudemans P & Coffey MD. 1991. A revised systematics of 12 papillate *Phytophthora* species based on isozyme analysis. *Mycological Research* 95: 1025-1046.
- Owen Going N, Sutton JC & Grodzinski B. 2003. Relationships of *Pythium* isolates and sweet pepper plants in single-plant hydroponic units. *Canadian Journal of Plant Pathology* 25:155-167.
- Palmucci HE & Grijalba PE. 2003. Presencia de *Pythium* sp en cultivos de Aljaba (*Fuchsia magellanica* Lam.) y Poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) bajo sistemas de producción sin suelo. XXVI Congreso Argentino de Horticultura. Paraná, Entre Ríos, Argentina. 30 de septiembre al 3 de octubre de 2003. Resumen publicado en soporte electrónico.
- Palmucci HE, Wolcan S, Lori G. 2006. Enfermedades en cultivos hidropónicos. Jornadas de enfermedades en cultivos bajo cubierta. La Plata. 29 y 30 de Junio de 2006. La Plata Provincia de Buenos Aires. Libro de Res.:88-89.
- Palmucci HE & Grijalba PE. 2007. Root and stem rot caused by *Pythium aphanidermatum* on *Poinsettia* in soilless culture system in Buenos Aires Province, Argentina. *Australasian Plant Disease Notes* 2: 139-140.
- Palmucci HE, Premuzic Z, Nakama M, Wolcan S, Tamborenea J & Donofrio N. 2008a *Pythium* root rot in soil-less grown lettuce. Effectiveness of chlorination and effects on host and nutrient solution. *Journal of Plant Pathology* 90:193-194.
- Palmucci HE, Grijalba PE, Guillén E, Farías L, Mantz G & Wolcan S. 2008b. *Phytophthora cinnamomi* agente causal de podredumbre basal en casuarina. I Congreso Argentino de Fitopatología 28 al 30 de mayo de 2008, Córdoba Argentina. Libro de Res.: 142.

- Palmucci HE, Wolcan SM & Grijalba PE. 2008c. Status of the genera *Phytophthora* and *Pythium* in Argentina 9th International Congress of Plant Pathology ICPP 2008, Torino August 24-29. Disertación. En: <http://www.phytophthoradb.org/slides.php?a=dv2&name=O24Palmucci>
- Palmucci HE, Grijalba PE, Wolcan S; Herrera C, Fantino E, Steciow M & Abad ZG. 2011a. Morphological-molecular characterization of *Phytophthora*, *Pythium* and *Phytopythium* on intensive crops in Buenos Aires, Argentina. *Phytopathology* 101: S136.
- Palmucci HE, Grijalba PE, Wolcan SM, Guillin E, López MV, Herrera C & Fantino E. 2011b. *Phytophthora nicotianae* causing root and stem rot on *Dieffenbachia picta* in Argentina. *Tropical Plant Pathology* 36: 327-331.
- Palmucci HE & Grijalba PE. 2013. Caracterización morfológica y molecular de *Phytopythium chamaehyphon* asociado a raíces de *Rhododendrom indicum* en Buenos Aires, Argentina. XXII Congreso Peruano y XVII Congreso Latinoamericano de Fitopatología, 1 al 5 de Octubre de 2013, Chiclayo, Perú. Libro de Res.: 54.
- Palmucci HE, Wolcan SM & Grijalba PE. 2013. First confirmed report of basal rot of *Chamaelucium uncinatum* caused by *Phytophthora nicotianae* in Argentina. *Australasian Plant Diseases Notes*: 1-3.
- Papa KE, Campbell WA & Hendrix FF Jr. 1967. Sexuality in *Pythium sylvaticum*: heterothallism. *Mycologia* 59: 589-95.
- Patterson DJ. 1989. Stramenopiles: Chromophytes from a protistan perspective. Pp 357-379. In: *The Chromophyte Algae: Problems and Perspectives*, JC Green, BSC Leadbetter & WL Diver (Eds) (Oxford: Clarendon Press). 429 pp.
- Paul B. 1992. *Pythium cylindrosporium*: A new species from Germany. *International Journal of Mycology and Lichenology* 4: 337-345.
- Paul B. 1999. *Pythium periplocum*, an aggressive mycoparasite of *Botrytis cinerea* causing the gray mould disease of grape-vine. FEMS. *Microbiology Letters* 81: 277-280.
- Paul B, Bala K, Belbahri L, Calmin G, Sanchez-Hernandez E & Lefort F. 2006. A new species of *Pythium* with ornamented oogonia: morphology, taxonomy, ITS region of its rDNA, and its comparison with related species. FEMS *Microbiology Letters* 254: 317-323.
- Paul B, Mathew R, Kanak B, Paul A, Henry M, Lefort F & Belbahri L. 2008. Morphology, taxonomy, and phylogenetic analysis of a new species of *Pythium* isolated from France. *Fungal Diversity* 28: 55-63.
- Paulitz TC, Adams K & Mazzola M. 2003. *Pythium abapressorium* a new species from eastern Washington. *Mycologia* 9: 80-86.

- Pratt BH & Heather WA. 1973. Recovery of potentially pathogens *Phytophthora* and *Pythium* spp from native vegetation in Australia. *Australian Journal of biological Science* 26: 575-582
- Perez Sierra A, Mora Sala B, León M, García Jimenez J & Abad-Campos P. 2012. Enfermedades causadas por *Phytophthora* en viveros de plantas ornamentales. *Boletín Sanidad Vegetal y Plagas* 38: 143-156.
- Peters RD, Platt HW & Lévesque CA. 2005. First report of *Pythium sylvaticum* causing potato tuber rot. *American Journal of Potato Research* 82: 173-177.
- Pethybridge GH & Lafferty AH. 1919. A disease of tomato and others plants caused by a new species of *Phytophthora*. *Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society* N.S. 15: 487-503.
- Phytophthora* Database. *Phytophthora cryptogea*. (En: <http://www.Phytophthoradb.org/index.php>, consultado 2 de Abril de 2014).
- Phytophthora* Database. Estados Unidos. <http://www.phytophthoradb.org/>, consultado años 2014, 2015.
- Picard K, Tirilly I & Benhamou N. 2000. Cytological effects of cellulases in the parasitism of *Phytophthora parasitica* by *Pythium oligandrum*. *Applied and Environmental Microbiology* 66: 4305-4314.
- Pickett-Popoff L & Panter KL. 1994. Survey of *Pythium* and *Phytophthora* spp. in irrigation water used by Colorado commercial greenhouses to determine source of pathogen introduction. *Phytopathology* 84: 1118-1194.
- Pittis JE & Colhoun J. 1984. Isolation and identification of pythiaceous fungi from irrigation water and their pathogenicity to *Antirrhinum*, tomato and *Chamaecyparis lawsoniana*. *Phytopathologie Zeitschrift* 110: 301-318.
- Ploper LD, Grijalba P, Gally ME & Barreto D. 1998. The reaction of varieties and advanced lines of soya adapted to the north-east of Argentina to *Phytophthora sojae*. *Avance Agroindustrial* 18: 73: 23-26.
- Ploper LD, Gonzalez V & Ramallo NV de. 1999 Presencia de *Phytophthora sojae* en lotes de soja de Tucumán y Salta. *Avance Agroindustrial* 19: 16-19.
- Polashock J, Vaiciunas J & Oudemans PO. 2005. Identification of a New *Phytophthora* species causing root and runner rot of cranberry in New Jersey. *Phytopathology* 95: 1237-1243.
- Pontis Videla RE. 1951 - Una podredumbre del tallo del maíz (*Zea mays*) en Venezuela causada por *Pythium aphanidermatum*. *Agronomía tropical Maracay* 1: 13-28.
- Pornsuriya C, Wang HK, Lin FC & Soyton K. 2008. First report of pineapple root rot caused by *Pythium graminicola*. *Journal of Agricultural Technology* 4: 139-150.

- Proyecto Barcode of life. (En: <http://www.barcodeoflife.org/content/partners>, consultado 2014).
- Ptaszek M. 2010. *Phytophthora cryptogea* a new pathogen of perennial plants in Poland. *Acta Horticulturae* 885: 271-275.
- Quimio TH & Abilay LE. 1977. *Pythiums* from Philippine soils. *Philippine Phytopathology* 13: 54-73.
- Quince C, Lanzen A, Curtis TP, Davenport RJ, Hall N, Head IM, Read IF & Sloan WT. 2009. Accurate determination of microbial diversity from 454 pyrosequencing data. *Nature Methods* 6: 639-641.
- Raniere LC. 1961. Observations on new or unusual diseases of highbush blueberry. *Plant Disease Reporter* 45: 844.
- Rao VG. 1963. An account of the genus *Pythium* Pringsheim in India. *Mycopathologia et Mycologia Applicata* 21:45-59.
- Rao TGN. 1995. Diseases of turmeric (*Curcuma longa* L.) and their management. *Journal of Spices and Aromatic Crops* 4: 49-56.
- Reinherd C. 2006. Impact of *Phytophthora ramorum* upon regulatory activities in Western states. *Phytopathology* 96: S146.
- Ribeiro WRC & Butler EE. 1992. Isolation of mycoparasitic species of *Pythium* with spiny oogonia from soil in California. *Mycological Research* 96: 857-862.
- Ribeiro WRC & Butler EE. 1995. Comparison of the mycoparasites *Pythium periplocum*, *P. acanthicum* and *P. oligandrum*. *Mycological Research* 99: 963-969.
- Richards TA, Soanes DM, Jones MDM, Vasieva O, Leonard G, Paszkiewicz K, Foster PG, Hall N & Talbot NJ. 2011a. Horizontal gene transfer facilitated the evolution of plant parasitic mechanisms in the oomycetes. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108: 15258-15263.
- Richards TA, Leonard G, Soanes DM & Talbot NJ. 2011b. Gene transfer into Fungi. *Fungal Biology Reviews* 25: 98-110.
- Ristaino JB. 1990. Intraspecific variation among isolates of *Phytophthora capsici* from pepper and cucurbit fields in North Carolina. *Phytopathology* 80:1253-1259.
- Ristaino JB, Haeger MJ & Hu CH. 2008. Development of a *Phytophthora* lucid key. 9th International Congress of Plant Pathology. Turin, Italy: 2008. *Journal of Plant Pathology*, 90, S2.81-S2.465.
- Ristaino JB & Hu C. 2009. Lucid key to the common *Phytophthora* species. National Plant Diagnostic Network. Diagnostics in the 21st Century. Second National Meeting December 6-10, 2009 Miami, Florida.

- Ristaino JB. 2012. A Lucid Key to the common species of *Phytophthora*. *Plant Disease* 96:897-903.
- Rivera MC, Delfino OSF, Wright ER & Rivera González A. 2000. Respuesta de cultivares de *Catharanthus roseus* frente a *Phytophthora parasitica*. *Horticultura Argentina* 19: 52-57.
- Rivero V, Giayetto A, Rossini MY & Vera D. 2009. Variación en los índices de cosecha ocasionada por *Phytophthora cactorum* en peral (*Pyrus communis* L.) cv Williams. XIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Octubre de 2009. Termas de Río Hondo, Sgo del Estero. Libro de Res.: E087.
- Rivero VI, Giayetto A, Rossini M & Vera D. 2011. Detecction of *Phytophthora cactorum* in the irrigation water in commercial orchards of Barlett pear in Villa Regina, Rio Negro, Argentina. ISHS, IX International Pear Symposium. *Acta Horticulturae* 909.
- Rizzo DM, Garbelotto M, Davidson JM, Slaughter GM & Koike ST. 2002. *Phytophthora ramorum* as the cause of extensive mortality of *Quercus* spp. and *Lithocarpus densiflorus* in California. *Plant Disease* 86: 205–214.
- Rizzo DM, Garbelotto M & Hansen EA. 2005. *Phytophthora ramorum*: Integrative research and management of an emerging pathogen in California and Oregon forests. *Annual Review of Phytopathology* 43: 309-335.
- Robertson GI. 1980. The genus *Pythium* in New Zealand. *New Zealand Journal of Botany* 18: 73-102.
- Robideau GP, de Cock AWAM, Coffey MD, Voglmayr H, Brouwer H, Bala K, Chitty DW, Désaulniers N, Eggertson QA, Gachon CMM, Chia-Hui Hu, Küpper FC, Rintoul TL, Sarhan E, Verstappen ECP, Yonghong Zhang Bonants PJM, Ristaino JB & Lévesque CA. 2011. DNA Barcoding of Oomycetes with cytochrome c oxidase subunit I and internal transcribed spacer. *Molecular Ecology Resources* 11: 1002-1011.
- Roig JM, Della Gaspera P & Piccolo RJ. 2008. Agresividad de aislamientos de *Phytophthora capsici* sobre zapallito redondo del tronco (*Cucurbita maxima*). 1° Congreso Argentino de Fitopatología. Córdoba, Argentina. Libro de Res.:172.
- Roig JM, Occhiuto P, Piccolo RJ & Galmarini CR. 2009. Evaluación de resistencia a *Phytophthora capsici* Leo. En germoplasma argentino de pimiento para pimentón. *Horticultura Argentina* 28:66.
- Romero MA, Sánchez JE, Jiménez JJ, Belbahri L, Trapero A, Lefort F & Sánchez ME. 2007. New *Pythium* Taxa Causing Root Rot on Mediterranean *Quercus* Species in South-west Spain and Portugal. *Journal of Phytopathology* 155: 289-295.
- Romero G, Estévez de Jensen C & Palmateer AJ. 2012. First report of *Pythium dissotocum* affecting cilantro in hydroponic systems in Puerto Rico. Online. *Plant Health Progress* doi: 10.1094/PHP-2012-1214-01-BR.

- Rosenbaum J. 1917. Studies of the Genus *Phytophthora*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of América* 3: 159-163.
- Rossini M & Di Miasi S. 1996. Las podredumbres radicales en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén. INTA, EEA Alto Valle, 14 pp
- Rossini M & Di Miasi S. 1997. Podredumbres radicales. *Campo y Tecnología* N°31.
- Rossini M. 1999. Podredumbres radicales y del cuello en frutales de pepita. Cap. 3.1. Pp 101-107. In: *Fruticultura Moderna: Tecnología, transferencia, capacitación, organización. 9 años de Cooperación Técnica, 1990-1999*. INTA-GTZ.
- Rossmann AY. 1994. A strategy for an all-taxa inventory of fungal diversity. In: *Biodiversity and Terrestrial Ecosystems* (Monograph Series N°14) Eds.: Peng CI & Chen CH. Taipei, Institute of Botany. *Academia Sinica*: 169-194.
- Rouhani H, Davet P, Poinso B, Beyries A & Messiaen CM. 1979. List and evaluation of the pathogenicity of constituents of fungal microflora on maize roots in France. *Annals de Phytopathologie* 11: 69-93.
- Runge F, Telle S, Ploch S, Savory E, Day B, Sharma R & Thines M. 2011. The inclusion of downy mildews in a multi-locus-dataset and its reanalysis reveals high degree of paraphyly in *Phytophthora*. *IMA Fungus* 2: 163-171.
- Runia WT. 1995. A review of possibilities for disinfection of recirculation water from soilless culture. *Acta Horticulturae* 382: 221-229.
- Sanchez J & Gallego E. 2000. *Pythium* spp. present in irrigation water in the Poniente region of Almeria (south-eastern Spain). *Mycopathologia* 150:29–38.
- Sánchez J, Olivares JS & Gallego E. 2001. Occurrence and pathogenicity of *Pythium* spp. in the dust deposited on the greenhouse roofs in the Poniente Region of Almeria (South-East Spain). *Journal of Plant Pathology* 83: 13-19.
- Sandoval I, Bonilla T, López MO & Tomás Y. 1999. Captura y cuantificación de *Phytophthora parasitica* en muestras de suelo de los cultivos de las flores y ornamentales. *Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal* 3 s/n.
- Sanogo S & Moorman GW. 1993. Transmission and control of *Pythium aphanidermatum* in an ebb-and-flow subirrigation system. *Plant Disease* 77: 287-290.
- Sanogo S & Bosland PW. 2013. Biology and management of *Phytophthora capsici* in the southwestern USA. Pp: 87-95. In: *Phytophthora a global perspective*. Lamour K (Ed.). 2013. University of Tennessee Knoxville, USA. 244pp.
- Sansome E. 1961. Meiosis in the oogonium and antheridium of *Pythium debaryanum*. *Hesse. Nature* 191: 827- 828.

- Sansome E. 1965. Meiosis in diploid and polyploidy sex organs of *Phytophthora* and *Achlya*. *Cytologia* 30: 103-117.
- Sawada K. 1927. Descriptive catalogue of the Formosan fungi. *Report of the Government Research Institute Department of Agriculture Formosa* 27: 21-24
- Scanu B, Hunter GC, Linaldeddu BT, Franceschini A, Maddau L, Jung T & Denman S. 2014. Taxonomic re-evaluation reveals that *Phytophthora cinnamomi* and *Phytophthora cinnamomi* var. *parvispora* are separate species. *Forest Pathology* 44: 1-20.
- Scheffer RP & Haney WJ. 1956. Causes and control of root rot in Michigan greenhouses. *Plant Disease Reporter* 40: 570-579.
- Schmitthenner AF. 1985. Problems and progress in control of *Phytophthora* root rot of soybean. *Plant Disease* 69: 362-368.
- Schnitzler WH. 2004. Pest and Disease Management of Soilless Culture. *Acta Horticulturae* 648: 191-196.
- Schroeder K, Martin F, de Cock A, Lévesque CA, Spies C, Okubara P & Paulitz T. 2013. Molecular detection and quantification of *Pythium* Species-evolving taxonomy, new tools and challenges. *Plant Disease* 97: 4-20.
- Schubert TS & Leahy RM. 1989. *Phytophthora* blight of *Catharanthus roseus*. Florida Department of Agriculture and Consumer Service. División of Plant Industry and Plant Pathology. *Circular*. 321.
- Schwingle BW, Juzwik J & Moltzan B. 2007. *Phytophthora* species in soils associated with declining and nondeclining oaks in Missouri forests. *Plant Disease* 91: 633.
- Schwingle BW & Blanchette RA. 2008. Host range investigations of new, undescribed and common *Phytophthora* spp. isolated from ornamental nurseries in Minnesota. *Plant Disease* 92:642-647.
- Scott PM, Burgess TI, Barber PA, Shearer BL, Stukely MJC, Hardy GE StJ & Jung T. 2009. *Phytophthora multivora* sp. nov., a new species recovered from declining *Eucalyptus*, *Banksia*, *Agonis* and other plant species in Western Australia. *Peeronia* 22: 1-13.
- Sekiyama K. & Venatsu S. 1992. *Phytophthora* rot of baby's breath, *Gypsophila paniculata* L., caused by *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* and its chemical control. *Proceedings of the Kanto Tosan Plant Protection Society* 39: 157-160.
- Serrano Y, Guirado M.L, Carmona MP & Gómez J. 2008. First report of root and crown necrosis of bean caused by *Pythium aphanidermatum* in Spain. *Plant Disease* 92:174.
- Servicio Meteorológico Nacional “Estadísticas climatológicas Fuerza Aérea. Comando de Regiones Aéreas” (2008-2013).

- Shivas RG. 1989. Fungal and bacterial diseases of plants in Western Australia. *Journal of the Royal Society of Western Australia* 72:1-62
- Shoji T, Hagiwara H & Izutsu S. 1999. Occurrence of root rot in New Guinea impatiens caused by *Pythium spinosum*. *Annual Report of the Kanto Tosan Plant Protection Society*. 46: 65-67.
- Shokes FM & McCarter SM. 1979. Occurrence, dissemination and survival of plant pathogens in surface irrigation ponds in southern Georgia. *Phytopathology* 69: 510-516.
- Sideris CP. 1931 Taxonomic studies in the family Pythiaceae. I. Nematosporangium. *Mycologia* 23: 252-95.
- Sideris CP. 1932. Taxonomic studies in the family Pythiaceae. II. Pythium. *Mycologia* 24: 14-61.
- Sigobodhla TE, Dimbi S & Masuka AJ. 2010. First Report of *Pythium myriotylum* causing root and stem rot on tobacco in Zimbabwe. *Plant Disease* 94: 1.067.3-1.067.3.
- Singleton LL, Mihail JD & Rush CM. 1992. Methods for research on soilborne phytopathogenic fungi. APS Press. St Paul, MN, USA. 266 pp.
- Sogin ML & Silberman JD. 1998. Evolution of the protist and the protistan parasites from the perspective of the molecular systematic. *International Journal of Parasitology* 28: 11-20.
- Spencer MA. 2004a. CABI, Wallingford. UK. *Pythium dissotocum*. *IMI Descriptions of Fungi and Bacteria*, 162, Pp. 1613. (En: <http://www.cabi.org/dfb/search/?q=Pythium+dissotocum>, consultado el 31 de enero de 2014).
- Spencer MA. 2004b. CABI, Wallingford, UK. *Pythium sylvaticum*. *IMI Descriptions of Fungi and Bacteria* 162, Pp 1619. (En: <http://www.cabi.org/dfb/>, consultado 2 de abril de 2014).
- Spies CFJ, Mazzola M, Botha WJ, Langenhoven SD, Mostert L & McLeod A. 2011a. Molecular analyses of *Pythium irregulare* isolates from grapevines in South Africa suggest a single variable species. *Fungal Biology* 115: 1210-1224.
- Spies CFJ, Mazzola M & McLeod A. 2011b. Characterization and detection of *Pythium* and *Phytophthora* species associated with grapevines in South Africa. *European Journal of Plant Pathology* 131:103-119.
- Stamps DJ. 1985. *Phytophthora capsici*. C.M.I. *Description of pathogenic fungi and bacteria*. N° 836. 2p. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England.
- Stamps DJ, Waterhouse GM, Newhook FJ & Hall GS. 1990. Revised tabular key to the species of *Phytophthora*. *Mycological Papers* 162: 28 pp.

- Stanghellini ME, Stowell LJ & Bates ML. 1984. Control of root rot of spinach caused by *Pythium aphanidermatum* in a recirculating hydroponic system by ultraviolet irradiation. *Plant Disease* 68: 1075-1076.
- Stanghellini ME & Kronland WC. 1986. Yield loss in hydroponically grown lettuce attributed to subclinal infection of feeder rootlets by *Pythium dissotocum*. *Plant Disease* 70:1053-1056.
- Stanghellini ME & Rasmussen SL. 1994. Hydroponics, a Solution for Zoosporic Pathogens. *Plant Disease* 78: 1129-1138.
- Stewart-Wade S. 2011. Plant pathogens in recycled irrigation water in commercial plant nurseries and greenhouses: their detection and management. *Irrigation Science* 29: 267-97.
- Stirling GR, Eden LM & Ashley MG. 2004. Sudden wilt of *Capsicum* in tropical and subtropical Australia: severe form of *Pythium* root rot exacerbated by high soil temperatures. *Australasian Plant Pathology* 33: 357-366.
- Subhashini DV & Padmaja K. 2009. Exploitation of *Pseudomonas fluorescens* for the management of damping-off disease of tobacco in seedbeds. *Indian Journal of Plant Protection* 37:147-150.
- Su X, Zou F, Guo Q, Huang J & Chen T. 2001. A report on a mosquito-killing fungus, *Pythium carolinianum*. *Fungal Diversity* 7: 129-133.
- Sujkowski LS, Fry BA, Power RJ, Goodwin SB, Peever TL, Hamlen RA & Fry WE. 1995. Sensitivities of Mexican isolates of *Phytophthora infestans* to chlorothalonil, cymoxanil and metalaxyl. *Plant Disease* 79: 1117-1120.
- Sutton JC, Sopher CR, Owen-Going TN, Liu W, Grodzinski B, Hall JC & Benchimol RL. 2006. Etiology and epidemiology of *Pythium* root rot in hydroponic crops: current knowledge and perspectives. *Summa Phytopathologica* 32: 307-321.
- Takahashi M. 1973: Ecologic and taxonomic studies on *Pythium* in Japan. *Review of Plant Protection Research* 6: 132-144.
- Takenaka S, Sekiguchi H, Nakaho K, Tojo M, Masunaka A & Takahashi H. 2008. Colonization of *Pythium oligandrum* in the tomato rhizosphere for biological control of bacterial wilt disease analyzed by real-time PCR and confocal laser-scanning microscopy. *Phytopathology* 98: 187-195.
- Takenaka S & Tamagake H. 2009. Foliar spray of a cell wall protein fraction from the biocontrol agent *Pythium oligandrum* induces defence-related genes and increases resistance against *Cercospora* leaf spot in sugar beet. *Journal of General Plant Pathology* 75: 340-348.
- Tamietti G. 2003. First report of *Phytophthora cinnamomi* on high-bush blueberry in Italy. *Plant Disease* 87: 451.

- Tamura K, Dudley J, Nei M & Kumar S. 2007. MEGA 4: Molecular evolutionary genetic analysis (MEGA) Software version 4.0. *Molecular Biology and Evolution* 24: 1596-1599. Published by the authors (<http://www.cladistics.com/aboutTNT.html>).
- Tsukiboshi T, Chikuo Y, Ito Y, Matsushita Y & Kageyama K. 2007. Root and stem rot of chrysanthemum caused by five *Pythium* species in Japan. *Journal of General Plant Pathology* 73:293-296.
- Taylor RJ, Salas B, Secor GA, Rivera V & Gudmestad NC. 2002. Sensitivity of North American isolates of *Phytophthora erythroseptica* and *Pythium ultimum* to mefenoxam (metalaxyl). *Plant Disease* 86: 797-802.
- Tello ML, Redondo C & Sagasta EM. 1999. Pathogenic strains of *Pythium* spp., isolated from trees and shrubs in Madrid area (Spain). *Acta Horticulturae* 496: 127-130.
- Testa A, Schilb M, Lehman JS, Cristinzio G & Bonelo P. 2005. First report of *Phytophthora insolita* and *P. inflata* in rhododendron. *Plant Disease* 89: 1128.
- The International Plant Name Index. 2014 (<http://www.ipni.org/>), consultado 2014
- Themann K, Werres S, Luttmann R & Diener HA. 2002. Observations of *Phytophthora* spp. in water recirculation systems in commercial hardy ornamental nursery stock. *European Journal of Plant Pathology* 108:337-343.
- Thines M, Voglmayr H & Göker M. 2009. Taxonomy and phylogeny of the downy mildews (Peronosporaceae). Pp. 47–75. In: *Oomycete Genetics and Genomics: Biology, Interactions with Plants and Animals, and Toolbox*. Lamour, K & Kamoun, S. (Eds) Wiley, Hoboken, New Jersey. 602pp.
- Thinggaard K & Andersen H. 1995. Influence of watering frequency and electrical conductivity of the nutrient solution on *Phytophthora* root rot in potplants of *Gerbera*. *Plant Disease* 79: 259-263.
- Thompson A & Johnston A. 1953. A host list of plant diseases in Malaya. *Mycological Papers*. 52: 1-38.
- Thompson AH & Naudé SP. 1992. Report of *Phytophthora* crown rot of baby's breath (*Gypsophila paniculata*) from South Africa. *Phytophylactica* 24: 349-349.
- Tian D & Babadoost M. 2004. Host range of *Phytophthora capsici* from pumpkin and pathogenicity of isolates. *Plant Disease* 88:485-489.
- Tojo M, Yonemoto K & Kawamura A. 2006. First report of *Pythium aphanidermatum* on *Basella rubra* in Japan. *Plant Disease* 90:830.
- Tompkins CM & Tucker CM. 1947. Stem rot of *Dieffenbachia picta* caused by *Phytophthora palmivora* and its control. *Phytopathology* 37:868-874.

- Tooley PW & Kyde KL. 2007. Susceptibility of some Eastern forest species to *Phytophthora ramorum*. *Plant Disease* 91: 435-438.
- Triki MA, Priu S, El Mahjoub M & Baudry A. 2001. Leak syndrome of potato in Tunisia caused by *Pythium aphanidermatum* and *Pythium ultimum*. *Potato Research* 44: 221-231.
- Tucker CM. 1931. Taxonomy of the genus *Phytophthora* de Bary. University of Missouri. *Agricultural Experiment Station Bulletin* 153: 1-208
- Tyler BM, et al.... 2006. *Phytophthora* genome sequences uncover evolutionary origins and mechanisms of pathogenesis. *Science* 313: 1261-1266.
- Tyler BM. 2007. *Phytophthora sojae*: Roots rot pathogen of soybean and model oomycete. *Molecular Plant Pathology* 8: 1-8.
- Uematsu S, Shiraishi T, Shoji T, Sekiyama K & Nakamura Y. 1993. Occurrence of *Pythium* root rot of *Eustoma grandiflorum* caused by *Pythium irregulare* and *P. spinosum* in Kanto District and its chemical control. *Proceedings of Kanto Tosan Plant Protection Society* 40: 167-170.
- Uzuhashi S, Tojo M & Kakishima M. 2010. Phylogeny of the genus *Pythium* and description of new genera. *Mycoscience* 51: 337-365.
- Vaartaja O & Bumbieris M. 1964. Abundance of *Pythium* species in nursery soils in South Australia. *Australian Journal of Biological Science*. 17: 436-445.
- Valle Lamboy S & Ayala A. 1980. Pathogenicity of *Meloidogyne incognita* and *Pratylenchus zaei*, and their association with *Pythium graminicola* on roots of sugar-cane in Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 64: 338-347.
- Van Beneden S, Pannecouque J, Debode J, De Backer G & Höfte M. 2009. Characterisation of fungal pathogens causing basal rot of lettuce in Belgian greenhouses *European Journal of Plant Pathology* 124:9-19.
- Van Damme M & Ridao A del C. 1994. Determinación de razas y tipos de apareamiento en aislamientos argentinos de *Phytophthora infestans*. VII Congreso Latinoamericano de Fitopatología. Santiago. Chile. 10-12 enero de 1994. Libro de Res.: 63-64.
- Van Damme M, Capezio S & Huarte MA. 1997. Fenotipos de *Phytophthora infestans* aislados en Argentina durante 1994-1996: tipos de apareamiento, respuesta al metalaxyl y análisis isoenzimático. IX Congreso Latinoamericano de Fitopatología. Montevideo. Uruguay. 12-17 de octubre de 1997. Libro de Res.: 319.
- van der Plaats-Niterink AJ. 1969. The occurrence of *Pythium* in the Netherlands. II. Another heterothallic species: *Pythium splendens* Braun. *Acta Botanica Neerlandica* 18:489-495.
- van der Plaats-Niterink AJ. 1975. Species of *Pythium* in the Netherlands. *Netherlands Journal of Plant Pathology* 81: 22-37.

- van der Plaats-Niterink AJ. 1981. *Monograph of the genus Pythium. Studies in Mycology* N° 21. Baarn, the Netherlands: Centraalbureau Voor Schimmelcultures. 242 pp.
- Van Os EA, Amsing JJ, Van Kuik AJ & Willers H. 1999. Slow sand filtration: a potential method for the elimination of pathogens and nematodes in recirculating nutrient solutions from glasshouse-grown crops. *Acta Horticulturae* 481: 519-525.
- Van Os EA, Bruins MA, Wohanka W & Seidel R. 2001 Slow filtration a technique to minimize the risk of spreading root-infecting pathogens in closed hydroponic systems. *In: Proceedings of the Fifth International Symposium on Protected cultivation in mild winter climates: current trends for sustainable technologies. Volume II. 7-11 March 2000.* (Eds.: Fernández JA, Martínez PF. & Castilla N)–Cartagena- Almeria *Acta Horticulturae* 559: 495- 502. (<http://www.actahort.org/books/559/>). flor).
- van West P, Morris BM, Reid B, Appiah AA, Osborne MC, Campbell TA, Shepherd SJ & Gow NAR. 2002. Oomycete plant pathogens use electric fields to target roots. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 15:790-798.
- van West P, Appiah AA & Gow NAR. 2003. Advances in research on Oomycete root pathogens. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 62: 99-113.
- Vélez ML, Silva, PV, Troncoso OA & Greslebin AG. 2012. Alteration of physiological parameters of *Austrocedrus chilensis* by the pathogen *Phytophthora austrocedrae*. *Plant Pathology* 61: 877-888.
- Vélez ML, Coetzee MPA, Wingfield MJ, Rajchenberg M & Greslebin AG. 2013. Evidence of low levels of genetic diversity for the *Phytophthora austrocedrae* population in Patagonia, Argentina. *Plant Pathology* 63: 212-220.
- Venn K. 1983. Frost and fungal injuries to Norway spruce seedlings overwintering in forest nurseries root dieback, *Pythium sylvaticum*, benomyl. Norges Landbrukshoegskole, Aas (Norway). Norwegian Forest Research Institute.
- Vettraino AM, Lucero G, Pizzuolo P, Franceschini S & Vannini A. 2009. First report of root rot and twigs wilting of olive trees in Argentina caused by *Phytophthora nicotianae*. *Plant Disease* 93: 765.
- Vico I. 1994. Black crown and root rot of strawberries in Yugoslavia. *Zastila Bilja* 45: 53-60.
- Villa NO, Kageyama K, Asano T & Suga H. 2006. Phylogenetic relationships of *Pythium* and *Phytophthora* species based on ITS rDNA, cytochrome oxidase II and beta-tubulin gene sequences. *Mycologia* 98: 410-422.
- Villanova I. 2013. La Plata, Resultados de la Encuesta Florícola del Partido de La Plata, 2012. Economía y viveros. <http://www.economiayviveros.com.ar/junio2013/Actualidad>

- von Broembsen SL & Deacon JW. 1997. Calcium interference with zoospore biology and infectivity of *Phytophthora parasitica* in nutrient irrigation solutions. *Phytopathology* 87: 522-528.
- Wainwright PO, Hinkle G, Sogin ML & Stickel SK. 1993. Monophyletic origins of the metazoa: an evolutionary link with fungi. *Science* 260: 340-342.
- Wang MC & Bartnicki-Garcia S. 1980. Distribution of mycolaminarins and cell wall B- glucans in the life cycle of *Phytophthora*. *Experimental Mycology* 4: 269-280.
- Wang PH & White JG. 1997. Molecular characterization of *Pythium* species based on RFLP analysis of the internal transcribed spacer region of ribosomal DNA. *Physiological and Molecular Plant pathology* 51: 129-143.
- Warfield CY, Hwang J & Benson DM. 2008. *Phytophthora* blight and dieback in North Carolina nurseries during a 2003 survey. *Plant Disease* 92: 474-481.
- Warham EJ, Butler LD & Sutton RC. 1997. Centro Internacional de mejoramiento de maíz y trigo. Ensayos para la semilla de maíz y de trigo. Manual de Laboratorio. CIMMYT; México, Ed CAB International, UK. 84pp. (En: <http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/579/67049.pdf?sequence=1>, consultado 28 de Marzo de 2014).
- Waterhouse GM. 1957. *Phytophthora citricola* Sawada (Syn. *P. cactorum* var. *applanata* Chester). *Transactions of the British Mycological Society* 40: 349-357
- Waterhouse GM. 1963. Key to the species of *Phytophthora* de Bary. *Mycological Papers* 92: 22.
- Waterhouse GM. & Waterston GM. 1964. *Pythium aphanidermatum*. *Descriptions of Fungi and Bacteria*. CAB International. 4: 36. Actualizado febrero de 2011, consultado 22 de marzo de 2014).
- Waterhouse GM. & Waterston GM. 1964. *Pythium intermedium*. *Descriptions of Fungi and Bacteria*. CAB International. 4: pp 40. Actualizado febrero de 2011, consultado 22 de marzo de 2014).
- Waterhouse GM & Waterston JM. 1966. *Pythium splendens*. C.M.I. *Description Pathogenic Fungi and Bacteria* 120: 1-2.
- Waterhouse GM. 1967. A key to *Pythium* Pringsheim. *Mycological Papers* 109: 1-15.
- Waterhouse GM. 1968. The genus *Pythium* Pringsheim. *Mycological Papers*. Commonwealth Mycological Institute CMI 110:71 pp
- Waterhouse GM. 1970. The genus *Phytophthora* de Bary. *Mycological Papers* 122: 1-59.

- Waterhouse GM. & Waterston GM. 1992. *Pythium graminicola*. *Descriptions of Fungi and Bacteria*. CAB International Mapa 296, 38: 1-2. Actualizado febrero de 2011, consultado 22 de Marzo de 2014).
- Wellman FL. 1977. *Dictionary of tropical American crops and their diseases*. Metuchen NJ. Scarecrow Press, Inc.
- Werner M. 1997. Pathogenicity of isolates of *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae* and *Rhizoctonia solani* obtained from *Gypsophila paniculata* towards carnation. *Roksniki Akademii Rolnizej w Poznaniu, O Grodnctwo*. 27:137-143.
- Werres S, Marwitz R, Man in 't Veld WA, de Cock AWAM, Bonants PJM, De Weerd M, Themann K, Ilieva E & Baayen RP. 2001. *Phytophthora ramorum* sp. nov., a new pathogen on *Rhododendron* and *Viburnum*. *Mycological Research* 105: 1155-1165.
- Werres S & Kaminski K. 2005. Characterization of European and North American *Phytophthora ramorum* isolates due to their morphology and mating behavior in vitro with heterothallic *Phytophthora* species. *Mycological Research* 109: 860 - 871.
- White TJ, Bruns T, Lee S & Taylor JW. 1990 Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. Pp. 315-322. In: *PCR Protocols: a guide to methods and applications*. Innis MA, Gelfand DH, Sninsky JJ & White TJ (Eds.). New York. Academic Press.
- Wick RL, Rane KK & Sutton DP. 1987. Two new ornamental hosts for *Phytophthora cactorum*: *Trachymene caerulea* and *Gypsophila paniculata*. *Plant Disease* 71: 281.
- Winter G. 1880. Rabenhorst s Kryptogamen-Flora, Pilze - Schizomyceten, Saccharomyceten und Basidiomyceten, vol 1. 2nd edn.
- Wohanka W. 1995. Disinfection of recirculating nutrient solutions by slow sand filtration. *Acta Horticulturae* 382:246-255
- Wolcan S, Lori G & Mónaco C. 1996. Nueva enfermedad de flor de cera (*Chamaelaucium uncinatum*) ocasionada por *Phytophthora* sp. VIII Congreso Latinoamericano y VI Congreso Nacional de Horticultura. Montevideo, Uruguay. Diciembre de 1996. Acta de Res.: s/n.
- Wolcan S, Ronco L & Lori G. 2000. Enfermedades en cultivos florícolas. I. Podredumbres basales ocasionadas por *Phytophthoras* spp. IV Jornadas de Trabajos en realización sobre Plagas Vegetales. Morón, Argentina. Octubre de 2000.
- Wolcan SM & Lori GA 2001 Basal rot of geraldton waxplant caused by *Phytophthora boehmeriae*. *Plant Disease* 85: 98.
- Wolcan S & Grego P. 2004. Complejos fúngicos asociados a enfermedades de *Melissa officinalis* y de *Lavandula* spp. II Congreso Argentino de Floricultura y Plantas

- Ornamentales. VI Jornadas Nacionales de Floricultura. I Encuentro Latinoamericano de Floricultura. Bs. As. Octubre 2004. Libro de Res.: 234 -236.
- Wolcan SM, Grego PJ, López A, Rollán MC & Alippi AM. 2005. Enfermedades que afectan la producción de flor de cera (*Chamelaucium uncinatum*). Publicado en soporte electrónico. VII Jornadas Nacionales de Floricultura. Trevelín, Chubut, Argentina. 2005. Libro de Res.: 94-95.
- Wolcan SM & Ronco LB. 2006. Caracterización de cepas de *Phytophthora cryptogea* aisladas de distintos hospedantes cultivados bajo cobertura. Jornadas de enfermedades en cultivos bajo cubierta. 2006. La Plata, Buenos Aires. Libro de Res.: 94-95.
- Wolcan S & Grego P. 2007. Podredumbres basal y radicular en *Impatiens* spp causadas por *Sclerotium rolfsii* y *Pythium* spp. 9ª Jornadas Nacionales de Floricultura. Salta. Argentina. Noviembre de 2007. Libro de Res.: 164-166
- Wolcan S, Ronco L & Lori G. 2007. Podredumbres basales de *Gypsophila paniculada* (*Caryophyllaceae*) en la Argentina. Agentes causales y su patogenicidad potencial sobre *Dianthus caryophyllus* (*Caryophyllaceae*). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 42: 159 -167.
- World *Phytophthora* Genetic Resource (WPC) - World Oomycete Genetic Resource (WOC). Universidad de California, Riverside, Estados Unidos. En: <http://phytophthora.ucr.edu/default.html>.
- Wright ER, Pérez BA, Fernández RL, Ascitutto K, Rivera MC, Murillo F, Vásquez P, Divo de Sesar M, Pérez A, Aguilar Heredia L, Rosato MF, Crelier A & Baldomá JA. 2005. Conocimiento actual sobre enfermedades de arándano. I Congreso Latinoamericano de arándanos y otros berries. Ciudad de Buenos Aires. 16 de septiembre. Libro de Res.: 113-117
- Yamamoto W & Maeda M. 1961. Studies on *Pythium spinosum* causing the damping off or the seedling root rots of cultivated plants with special reference to the host range and geographic distribution. *Science reports of the Hyogo University of Agriculture* 5: 13-25.
- Yakabe LE, Blomquist CL, Thomas SL & MacDonald JD. 2009. Identification and frequency of *Phytophthora* species associated with foliar diseases in California ornamental nurseries. *Plant Disease* 93: 883-890.
- Yu YN & Ma GZ. 1989. The genus *Pythium* in China. *Mycosystema* 2: 1-110.
- Zentmyer, G. A. 1980. *Phytophthora cinnamomi* and the Diseases it causes. Monogr. N°10. American Phytopathological Society, St Paul, Minn. 96pp.
- Zentmyer, G.A. 1988. Origin and distribution of four species of *Phytophthora*. *Transactions of the British Mycological Society* 91: 367-378.

## **BASES DE DATOS CONSULTADAS (años 2009-2013)**

Agris International Information System for the Agricultural Science & Technology. 1991-2001.

En: <http://agris.fao.org/>

Ebsco host research databases, 1975-2013. En: <http://search.ebscohost.com>.

Cab abstract. 1990-2013. En: <http://ovidsp.tx.ovid.com>.

Scienccdirect. En: <http://www.sciencedirect.com>.

Scopus 1975–2013. En: <http://www.sciencedirect.com>.

The International Plant Name Index. En: <http://www.ipni.org/>)

Index fungorum. En: <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>

USDA-Fungal nomenclature database, Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA, USA (Minnis *et al.*, 2014, Farr & Rossman, 2012, 2014, 2015) En: <http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>)

*Phytophthora database*. Estados Unidos. En: <http://www.phytophthoradb.org/>

Mykobank. Holanda. En: <http://www.mycobank.org/>

# **ANEXOS**

## ANEXO I

### BIBLIOGRAFÍA REVISIÓN SOBRE EL GÉNERO *PYTHIUM* EN ARGENTINA

- Alcoba NJ, Bejarano N & Catacata J. 2005. Enfermedades de los cultivos de Jujuy y Salta diagnosticadas en el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNJu. Editorial de la Universidad Nacional de Jujuy. Ediunju 1ª ed. San Salvador de Jujuy.
- Babbitt SB, Barreto DE, Barros E, Caimi S, Contini S, Costilla M, Corronca J, Docampo DM, Drazic D, Gally ME, García E, Gleiser J, Guchea F, Hudson R, Ladux O, Ortiz JM, Otero ML, Oriolani EJA, Pérez BA, Roca M & Zanelli ML. 2000. Monitoreo sanitario de olivo en los Dptos Arauco, Chilecito y Capital, La Rioja en 1999. Simposio Internacional de Olivicultura, Arauco. San Fernando del valle de Catamarca. 13 al 16 de septiembre.
- Barroetaveña C & Rajchenberg M. 2005. Enfermedades en viveros forestales y en otras producciones de la región andino patagónica de Argentina. XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología. III Taller de la Asociación Argentina de Fitopatólogos. 19-22 abril 2005. Villa Carlos Paz. Córdoba. Libro de Res.: 395
- Belmonte ML & Carrasco N. 2006. Descripción de enfermedades. Soja. In: *Cosecha Gruesa. Soja, maíz, girasol. Manual de campo*. Pp 25-30. INTA- RIA.
- Bergna DA. 1963. Enfermedades citadas sobre plantas cultivadas en las provincias de Río Negro y Neuquén. *IDIA* 182: 38-48.
- Bonacic Kresic MD & Campagnac NA. 1982. Contribución al conocimiento de las enfermedades sobre distintos cultivos en el noreste argentino. *Boletín 7. Misceláneas* INTA-EER Sáenz Peña.
- Bonacic Kresic I & Ojeda AD. 1998. Resumen del informe referido a la detección de enfermedades de importancia primaria durante la campaña agrícola 1997/98. VII Reunión Coordinación Investigación Algodonera. Paysandú. Uruguay. Libro de Res.: 25-26.
- Botta GL, Ivancovich AJ, Vicentini R & Formento AN. 1997. Enfermedades. Agro de Córdoba. In: *El Cultivo de la Soja*. Giorda LM & Baigorri HEJ (Eds.) Vol 4: 226. INTA.
- Canteros BI. 2009. *Guía para la Identificación y el Manejo de las enfermedades Fúngicas y Bacterianas en Citrus*. CFI-INTA. Prov. de Corrientes. SENASA. Corp. Mercado Central (Eds.). 94pp.
- Campagnac NA. 1985. Parásitos componentes del complejo causante de enfermedades de plántulas, damping-off o mal del tallito del algodonerero en la Argentina. *Boletín* 91: 21. Eds., EEA INTA Pte Roque Sáenz Peña. Chaco.
- Carranza JM. 1979. Lista de las principales causas de enfermedades de los cultivos hortícolas en la República Argentina. *Serie Técnica* N°1. Ministerio de Economía, Subsecretaría de Asuntos Agrarios, Dirección de Agricultura. EEA Gorina.

- Carrera CJM. 1946. Ficha Fitopatológica Nro 001669.1. INTA-IMYZA. Castelar. Buenos Aires. *Medicago sativa* L., *Pythium* sp.. En: Capital Federal, Buenos Aires. 12/03/1946.
- Carrera CJM. 1955. Ficha Fitopatológica N° 000717. Ficheros y Archivos del Instituto de Patología Vegetal INTA. Archivada en INTA IMYZA Castelar, Buenos Aires. *Dianthus caryophyllus* L. *Pythium ultimum* Trow. En: Ciudad de Buenos Aires 13/05/1955
- Carrera CJM. 1972. Ficha Fitopatológica N° 001690. Ficheros y Archivos del Instituto de Patología Vegetal INTA. Archivada en INTA IMYZA Castelar, Buenos Aires. *Nicotiana tabacum* L. *Pythium* sp.. En: Dpto San Fernando, Chaco. 25/10/1972.
- Catania M DEL V, Ramallo JC & Díaz BOTTA EB D' ELía de. 1992. Tabacos claros afectados por hongo durante el curado y almacenamiento en Tucumán. - I. Hongos determinados a nivel de especie. VIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Paraná. Entre Ríos. 8-11 de septiembre 1992.
- Castello WJ, Vecchietti de Villegas B & Zapata SR. 1995. *Listado de enfermedades diagnosticadas por la Cátedra de Fitopatología*. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta.
- Cipolla G. 1948. Ficha Fitopatológica Nro 000186. INTA-IMYZA. Castelar. Buenos Aires. *Begonia* sp., *Pythium* sp.. Villa Ballester, Buenos Aires. 14/07/1948
- Colombo M del H, Lenscak MP, Crimella J & Pletsch R. 1993. Podredumbre de la raíz de batata producida por *Pythium debaryanum*. XVI Congreso Argentino de Horticultura. Ciudad de Corrientes. 20-24 de Septiembre 1993. Libro de Res.: 93.
- Colombo M del H, Lenscak MP & Iromey M. 2005. *Pythium aphanidermatum*, agente causal de podredumbre de cuello, raíces y frutos en los principales cultivos hortícolas alternativos de Corrientes. XII Congreso Latinoamericano y XXVIII Congreso Argentino de Horticultura. General Roca, Río Negro. Argentina. 7-8 de setiembre de 2005. Libro de Res.: 317.
- Colombo M del H, & Obregón VG. 2006. Primera identificación de agentes fúngicos causantes de enfermedades en cultivos comerciales de albahaca. XXVII Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas. Fac. de Ciencias Agrarias. UNNE.
- Colombo M del H. 2009. Principales enfermedades registradas en Corrientes en cultivos de tomate y pimiento en invernadero en el último trienio. II Jornadas de Enfermedades y Plagas en Cultivos Bajo Cubierta. La Plata. Buenos Aires. 3-5 de junio 2009. Libro de Res.: 56.
- Della Coste AC. 1945. Conocimientos actuales sobre las enfermedades del tabaco en el país. *Serie B / Instituto de Sanidad Vegetal* 1: 1-23.
- Di Fonzo. 1945. Ficha Fitopatológica N° 000383. Ficheros y Archivos del Instituto de Patología Vegetal INTA. Archivada en INTA IMYZA Castelar, Buenos Aires. *Cannabis sativa* L. *Pythium ultimum* Trow. En: Argerich, Buenos Aires. 29/11/1945.

- Dummel DM, Agostini JP & Urbieta R. 2008. Determinación de patógenos presentes en hojas de tabaco de la provincia de Misiones. 1º Congreso Argentino de Fitopatología. Ciudad de Córdoba. Córdoba. 28-30 de mayo 2008. Libro de Res.: 92.
- Feldman JM & Pontis RE. 1960. Enfermedades parasitarias de las plantas cultivadas, señaladas para la provincia de Mendoza (Argentina). *Revista Argentina de Agronomía* 27: 27-50
- Fernandez Valiela MV, Bakarcic M & Turica A. 1954. Enfermedades y Plagas forestales. In: *Manual de Enfermedades y Plagas de los Frutales y Forestales en el Delta del Paraná*. Pp.: 33-157. Eds. Laboratorio de Fitopatología del Delta del Paraná. 192pp.
- Flores C, Rivadeneira M, Buono S, Flores Alzaga D, Rueda ER, Rueda NM & Bejarano SG. 2008. Relevamiento de enfermedades en la etapa de pre y post trasplante en cultivos de tomate y pimiento. 1º Congreso Argentino de Fitopatología. Ciudad de Córdoba. Córdoba. 28-30 de mayo 2008. Libro de Res.: 130.
- Frezzi MJ. 1947. Contribución al estudio del *damping-off* o enfermedad de los almácigos en la República Argentina. Instituto de Sanidad Vegetal Ministerio de Agricultura de la Nación. Año 3, *Serie A*. Ciudad de Buenos Aires.
- Frezzi MJ. 1956. Especies de *Pythium* fitopatógenas identificadas en la República Argentina. *Revista de Investigaciones Agrícolas* 10: 113-241.
- Frezzi MJ. 1960. Enfermedades del maní en la provincia de Córdoba (Argentina). Causales de podredumbre de frutos (cajas y granos). *Revista de Investigaciones Agrícolas* Vol. XIV: 113-155.
- Frezzi MJ. 1977. Especies del género *Pythium* y *Phytophthora* fitopatógenas identificadas en Argentina. *Boletín Serie Didáctica* 2. (Eds.) Instituto de Ciencias Agronómicas. UNCb.
- Gatica M & Oriolani EJA. 1997. Enfermedades. In: *Manual del cultivo de la cebolla*. Galmarini, C. (Ed.) 76-82.
- Goldenberg JB & Castronovo AM. 1960. Enfermedades comunes de la alfalfa en la Argentina. Colección Científica del INTA, Tomo XXII: 223-247
- Grego P & Wolcan S. 2005. Enfermedades de plantas ornamentales que se están estudiando en La Plata. VII Jornadas Nacionales de Floricultura. Trevelín, Chubut. Octubre 2005. Libro de res.: s/n.
- Grijalba PE, Palmucci HE, Mohs A & Pase S. 2011. Identificación de especies de *Pythium* asociadas con plántulas de soja. II Congreso Argentino de Fitopatología, 1 al 3 de junio de 2011, Mar del Plata, Argentina.
- Grijalba PE & Palmucci HE. 2013. *Pythium graminicola* agente causal del Amarillamiento del kikuyo en la Republica Argentina. XXII Congreso Peruano y XVII Congreso Latinoamericano de Fitopatología, 1 al 5 de Octubre, Chiclayo, Lambayeque-Perú. Libro de Res.: 34.

- Grijalba PE, Palmucci HE & Ridao A del C. 2013. Una nueva especie de *Phytopythium* asociada a raíces de soja en Argentina. XXII Congreso Peruano y XVII Congreso Latinoamericano de Fitopatología, 1 al 5 de Octubre, Chiclayo, Lambayeque-Perú. Libro de Res.: 36.
- Grijalba PE, Ridao A del C & Steciow MM. 2014. Prevalencia y caracterización de razas de *Phytophthora sojae* en el sudeste de Buenos Aires. 3er Congreso Argentino de Fitopatología. Tucumán; 2014. Libro de Res.: 370.
- Jauch C. 1951. Ficha Fitopatológica Nro 000204. INTA-IMYZA. Castelar. Buenos Aires. *Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris* (Grupo Conditiva)+A159, *Pythium* sp. Morón, Buenos Aires. 29/09/1951
- Jauch C. 1955. Podredumbre negra de las orquídeas. *IDIA* 87:24. Eds. Inta.
- Kiehr M, Delhey R, Frayssinet S, Anderson F & Azpilicueta A. 1996. Enfermedades de cebolla en el Valle Bonaerense del Río Colorado, Argentina. *Horticultura Argentina* 15: 33-38.
- Kiehr M, Delhey R, Lusto J & Gaido E. 2000. Marchitamiento y podredumbre vascular (*Pythium tracheiphilum*) de lechuga, en el cinturón hortícola de Bahía Blanca, Argentina. *Horticultura Argentina* 19: 63.
- Kiehr M, Delhey R & Zuain R. 2002. Patogenicidad en cebolla de hongos del suelo asociados con cebolla y otras especies. XI Jornadas Argentinas Fitosanitarias. Fac. de Agronomía y Veterinaria. UNRío Cuarto. Córdoba. 26-28 de junio. Libro de Res.: 87.
- Lucero G, Pizzuolo P, Linardelli A, Tarquini S, Echevarría MP, Otoy Zabala MPH & Lucero H. 2005. *Phytophthora* y *Pythium*, dos especies involucradas en la muerte de ramas de olivo XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología. Resumen: 436. Villa Carlos Paz,
- Marchionatto JB. 1948. Enfermedad de los almácigos (*Pythium damping off*). In: *Tratado de Fitopatología*. pp 167-169. Ed. Sudamericana. 1a Edición, Capital Federal.
- Mazanti de Castañon MA. 1972. Enfermedades de las plantas registradas en la provincia de Corrientes. *IDIA* (Suplemento) 28: 7-27.
- Melegari AL, Adlercreutz E, Vigliachino L & Szczesn A. 2010. Etiología y prevalencia de enfermedades de lechuga (*Lactuca sativa*) durante los años 2007 y 2008 en el cinturón hortícola de Mar del Plata. Jornada Proyecto Integrado Horticultura Periurbana. Coordinadora Dra M. Mitidieri. Manual: 09-10. EEA INTA San Pedro. Buenos Aires. 01 de septiembre.
- Meneguzzi N, Pastor S, Salerno C & Kirschbaum D. 2011. Identificación de especies de *Pythium* (Peronosporales: Pythiaceae) asociados a síntomas de podredumbre de raíz en frutilla. 2º Congreso Argentino de Fitopatología.
- Merlo PA. 1981. Enfermedad de las almácigos (*damping off*). *Boletín*: 1-4. Ministerio de Economía. Subsecretaría de Asuntos Agrarios. La Plata. Buenos Aires (Eds.).

- Mitidieri IZ M. de. 1990. Enfermedades de la batata. Curso Nacional sobre Cultivo de Batata. *Apuntes*. Organizado por el CIP y el INTA San Pedro y financiado por el PNUD. EEA Famaillá. Tucumán. Diciembre 1990 (En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).
- Monterroso L & R Delhey. 1995. Estudio de las enfermedades del cultivo de colza (*Brassica napus*) en el centro de la provincia de Buenos Aires, Argentina. IX Jornadas Fitosanitarias Argentina, Resumen: 100. Mendoza, 13 al 15 de noviembre de 1995.
- Noelting MC & Sandoval MC. 2003. Biocontrol de *Pythium aphanidermatum*, patógeno de amaranto: puebas preliminares. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 38 (suplemento): 273.
- Nome SF; Docampo DM & Conci L. Eds. 2009. Atlas e Índice de Enfermedades de Plantas Cultivadas y Nativas explotadas de Argentina. 2 (2). Córdoba, Argentina. URL: <http://www.fitopatoatlas.org.ar>, consultado en octubre 2009). Dirección actual <http://rian.inta.gov.ar/atlas/>
- Obregón VG, Colombo M del H & Verón R. 2000. Principales enfermedades de *lisianthus Eustoma grandiflorum* (Raf) en la provincia de Corrientes. XVIII Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas de la Facultad de Ciencias Agrarias-UNNE. Fac. de Ciencias Agrarias. UNNE. (En: [http://agr.unne.edu.ar/comunicaciones\\_cientificas\\_2000\\_UNNE](http://agr.unne.edu.ar/comunicaciones_cientificas_2000_UNNE), consultado octubre 2009).
- Oriolani EJA & Gatica ME. 1980. Enfermedades causadas por hongos y bacterias en cultivos hortícolas de las provincias de Mendoza y San Juan. *Boletín Hortícola* 1: 46-47.
- Ostazeski SA & Hijano EH. 1976. Enfermedades comunes de la alfalfa en la Argentina Capítulo 8. In: *Investigación, Tecnología y Producción de alfalfa*. Colección Científica del INTA (Eds), Tomo 13: 223-247.
- Palmucci HE & Grijalba PE. Presencia de *Pythium* sp en cultivos de Aljaba (*Fuchsia magellanica* Lam.) y Poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) bajo sistemas de producción sin suelo. XXVI Congreso Argentino de Horticultura. Resumen publicado en soporte electrónico Paraná, Entre Ríos, Argentina. 30 de septiembre al 3 de octubre de 2003.
- Palmucci HE & Grijalba PE. 2007. Root and stem rot caused by *Pythium aphanidermatum* on poinsettia in a soil-less culture system in Buenos Aires Province, Argentina. *Australasian Plant Disease Notes* 2: 139-140.
- Palmucci H, Grijalba P, Wolcan S, Herrera C, Fantino E, Steciow M & Abad G. 2011a. Morphological-molecular characterization of *Phytophthora*, *Pythium* and *Phytophythium* on intensive crops in Buenos Aires -Argentina. *Phytopathology* 101: S136.
- Palmucci HE, Wolcan SM & Grijalba PE. 2011b. Status of the Pythiaceae (Kingdom Stramenopila) in Argentina. I the Genus *Pythium*. *Revista de la Sociedad Argentina de Botánica* 46: 197-211.

- Palmucci HE, Wolcan SM & Grijalba PE. 2011c. Primer registro en Argentina de *Pythium sylvaticum* y *P. cylindrosporium*. II Congreso Argentino de Fitopatología, 1 al 3 de junio de 2011, Mar del Plata, Argentina. Libro de Res.: 129.
- Palmucci HE, Grijalba P, Wolcan S, Herrera C, Fantino E, Petrone E & Steciow M. 2011d. Caracterización e identificación morfológica-molecular de especies de *Pythium* afectando plantines ornamentales. II Congreso Argentino de Fitopatología, 1 al 3 de junio de 2011, Mar del Plata, Argentina. Libro de Res.: 103.
- Palmucci HE, Grijalba PE & Wolcan SM. 2012. Identificación de *Phytophthora nicotianae* y *Pythium* sp. nov. afectando *Schlumbergera truncata* en la provincia de Buenos Aires. XIV Jornadas Fitosanitarias Argentinas, San Luis 3-5 de octubre de 2012. Libro de Res.: 33.
- Palmucci HE, Grijalba PE. & Wolcan SM. 2013a. Caracterización morfológica y molecular de *Pythium* sp nov. patógeno de *Capsicum annum* en Salta - Argentina. XXII Congreso Peruano y XVII Congreso Latinoamericano de Fitopatología, 1 al 5 de Octubre de 2013, Chiclayo, Perú. Libro de Res.: 54
- Palmucci HE & Grijalba PE. 2013b. Caracterización morfológica y molecular de *Phytopythium chamaehyphon* asociado a raíces de *Rhododendrom indicum* en Buenos Aires - Argentina. XXII Congreso Peruano y XVII Congreso Latinoamericano de Fitopatología, 1 al 5 de Octubre de 2013, Chiclayo, Perú. Libro de Res.: 117.
- Palmucci H, Steciow M & Wolcan S. 2014a Especies de *Pythium* en nuevas asociaciones con cultivos ornamentales. Congreso Argentino de Micología, 22-24 de Agosto de 2014, Buenos Aires. Libro de Res.: 191.
- Palmucci H, Grijalba P, Herrera C & Wolcan S. 2014b. *Pythium dissotocum* y *P. aphanidermatum* afectando cultivos flotantes de tabaco en las provincias de Salta y Jujuy. Congreso Argentino de Micología, 22-24 de Agosto de 2014, Buenos Aires. . Libro de Res.: 179.
- Pastor S, Ferri M & Scandiani MM. 2011. Identificación de especies de *Pythium* spp. aisladas con trampas de plántulas de soja. Congreso Argentino de Fitopatología. 1-3 Junio de 2011, Mar del Plata, Argentina. Libro de Res.: 130.
- Rivera Flores, S. 1983. Identificación de enfermedades de la yerba mate. *Boletín* 7. INTA EEA Cerro Azul. Misiones.
- Roca M, Otero ML, Oriolani EJA, Battistella RA, Matías AC, Brancher N, Rossi MS, Pérez BA, Ladux O & Ortiz JM. 2006. Actualización sanitaria de olivo en el oeste argentino. I Congreso Nacional de Olivicultura. La Rioja. 30 de noviembre -03 de diciembre. En soporte electrónico.
- Scaglia EM, Cabral JL., Hevia LR & Bisinella RA. 1984. La horticultura en la zona de Coronda - Santa Fe -*Boletín Hortícola* 3: 47-58

- Sandoval MC, Noelting MCI & Ruiz C. 2009. Micobiota patógena asociada a especies aromáticas medicinales. XXXII Jornadas Argentinas de Botánica, Huerta grande Córdoba. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 44 (Suppl.)
- Sarasola AA, Sarasola MA Rocca de. 1959. Enfermedades del eucalipto en la Argentina. *IDIA* 139: 1-11
- Schiel E & Vitoria ER. 1946. Enfermedades de la flora mendocina. Memoria Técnica. Eds. Laboratorio de Fitopatología de Mendoza; Dirección General de Sanidad Vegetal; Ministerio de Agricultura de la Nación.
- Sillón MR, Rista LM, Maumary R & Sutton J. 2002. *Pythium acanthicum* en cultivos de frutilla de Santa Fé. XXV Congreso Argentino de Horticultura. Libro de Resúmenes: San Pedro. Buenos Aires. 30 de noviembre-6 de diciembre.
- Steciow MM, Milanez AI, Pires-Zottarell Carmen LA, Marano AV, Letcher PM & Vélez CG. 2012. Zoosporic true fungi, heterotrophic straminipiles and plasmodiophorids: Status of knowledge in South America. *Darwiniana* 50: 25-32.
- Tello M, Pastor SE, Redondo C & Vargas Gil S. 2002. Podredumbre de frutos de maní causada por *Pythium* spp. XI Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto. 26 - 28 de Junio. Libro de Res.: 72.
- Varaschin C & de Souza J. 2003. *Damping-off* por *Pythium* spp. en plántulas de apio. *Horticultura Argentina*: 44. Resumen XXVI Congreso Argentino de Horticultura, Paraná, Entre Ríos, 30 de septiembre al 3 de octubre de 2003.
- Vazquez de Ramallo NE. 1985. *Pythium* en almácigos de caña de azúcar. In: *Trabajos y comunicaciones*. Tomo I, Micología. Pp 143-150. II Congreso Latinoamericano de Fitopatología, Buenos Aires, Argentina, 22-26 noviembre 1982.
- Wolcan SM & Grego PJ. 2004. Complejos fúngicos asociados a enfermedades de *Melissa officinalis* y de *Lavandula* spp. II Congreso Argentino de Floricultura y Plantas Ornamentales. VI Jornadas Nacionales de Floricultura. I Encuentro Latinoamericano de Floricultura. Bs. As. Octubre 2004. Libro de Res.: 234-236.
- Wolcan SM. & Grego PJ. 2007. Podredumbres basal y radicular en *Impatiens* spp. Causadas por *Sclerotium rolfii* y *Pythium* spp. 9ª Jornadas Nacionales de Floricultura. 164-166. Salta. 14-16 de noviembre de 2007. Libro de Res.: 234-236.
- Wright JE. 1948. Colección de cultivos puros del Laboratorio Central de Fitopatología: *Catálogo preliminar 1947 Serie B / Instituto de Sanidad Vegetal* 4: 1-48.
- Wright ER, Pérez BA, Fernández RL, Ascitutto K, Rivera MC, Murillo F, Vásquez P, Divo de Sesar M, Pérez A, Aguilar Heredia L, Rosato MF, Crelier A & Baldomá JA. 2005. Conocimiento actual sobre enfermedades de arándano. I Congreso Latinoamericano de arándanos y otros berries. Ciudad de Buenos Aires. 16 de septiembre 2005. Libro de Res.: 113-117.

## ANEXO II

### BIBLIOGRAFIA REVISION SOBRE EL GENERO *PHYTOPHTHORA* EN ARGENTINA

- Alcoba NJ, Bejarano N & Catacata J. 2005. Enfermedades de los cultivos de Jujuy y Salta. Diagnosticadas en el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNJu. 1ª Edición. Eds. Editorial de la Universidad Nacional de Jujuy. Ediunju. San Salvador de Jujuy.
- Bakarcic M. 1951. La cancrrosis del plátano. *IDIA* 42-43:3-4.
- Bakarcic M. 1961. Cancrosis de la base del tallo de casuarina. *Revista de Investigación Agraria* 15: 239-248.
- Baino OM. 2008. Estado actual de las enfermedades fúngicas en el cultivo de frutilla. 1er Congreso Argentino de Fitopatología. Córdoba, Argentina. Libro de Res.: 85-86.
- Barreto D, Stegman de Gurfinkel B & Fortugno C. 1991. *Phytophthora megasperma* f. sp. *glycinea*: Detección y virulencia del patógeno. Actas Primera Reunión Nacional Oleaginosos, Rosario, Argentina: 304-311.
- Barreto DE, Gally ME & Grijalba PE. 1994. Etiología e importancia de las podredumbres de raíz y base del tallo de la soja. 1º Taller sobre Aportes de la Fitopatología a la Producción. Ciudad de Buenos Aires. 10-11 de noviembre. Libro de Res.: 26.
- Barreto DE, Stegman de Gurfinkel B & Fortugno C. 1995. Races of *Phytophthora sojae* in Argentina and reaction of soybean cultivars. *Plant Disease* 79: 599-600.
- Barreto DE & Distéfano de Vallone S. 1997. Enfermedades (podredumbre de la raíz y base del tallo). Agro de Córdoba. Pp: 218-219. In: *El Cultivo de la soja en Argentina*. Eds. Giorda LM. & Baigorri HEJ. INTA C.R. Córdoba. 448pp.
- Barreto DE, Gally ME & Grijalba PE. 1997. Razas de *Phytophthora sojae* en la Región Pampeana (Argentina) en un intervalo de 8 años. IX Congreso Latinoamericano de Fitopatología. Montevideo. Uruguay. 12-17 de octubre. Libro de Res.: 219.
- Barreto DE, Anderson T, Gally ME & Grijalba PE. 1998a. Evaluation of *Phytophthora sojae* from Argentina soybean fields. 7th International Congress of Plant Pathology, Edimburgo. Escocia. *Proceedings* 6: 72.
- Barreto DE, Gally ME & Grijalba PE. 1998b. Razas de *Phytophthora sojae* en la Región Pampeana (Argentina) en un intervalo de 8 años. *Fitopatología* 33: 17-18.
- Barreto DE, Grijalba PE, Gally ME, Distéfano de Vallone S & Ploper LD. 1998c. Prevalencia de *Phytophthora sojae* en la Región Pampeana Norte de Argentina, caracterización de razas y reacción de cultivares. *Fitopatologia Brasileira* 23: 54-57.

- Barreto DE, Gally ME & Grijalba PE. 2005. Nuevas razas de *Phytophthora sojae* en campos de soja en Argentina. XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología. III Taller de la Asociación Argentina de Fitopatólogos. Villa Carlos Paz. Córdoba. 19-22 de abril. Libro de Res.: 251.
- Basigalup DH. 1996. Manejo y Control de las Principales Enfermedades de la Alfalfa en Argentina. Pp: 139-144. In: *Manejo de Enfermedades en Cereales de Invierno y Pasturas*. Eds. M. Díaz. INIA La Estanzuela, Serie Técnica N° 74. Uruguay. 134pp.
- Bejarano N & Catacata J. 2009. Enfermedades fúngicas de mayor prevalencia en la zona citrícola de Jujuy, Argentina. XV Congreso Latinoamericano de Fitopatología. XVIII Congreso Chileno de Fitopatología. Santiago, Chile, 16-12 enero. Libro de Res: 333.
- Bergna DA. 1963. Enfermedades citadas sobre plantas cultivadas en las Provincias de Río Negro y Neuquén. *IDIA* 182: 38-48.
- Bergna DA, Meyer FC & Barría JA. 1979. Aislamiento de *Phytophthora cactorum* (Leb. Et Cohn) Schr. de manzanos y perales con síntomas de marchitamiento. IX Jornadas Argentinas de Micología. Resistencia. Chaco. 01-04 de agosto. Libro de Res: 243-247.
- Bergna DA. 1983. Etiología de la podredumbre del tronco de los perales. V Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Rosario. Santa Fe. 7-9 de septiembre. Libro de Res.: 28.
- Bergna DA. 1985. Etiología de la Podredumbre de los perales en el Alto Valle del Río Negro. II Congreso Latinoamericano de Fitopatología, Buenos Aires. Tomo I. Micología: 320-327.
- Bonacic Kresic M de & Campagnac NA. 1982. Contribución al conocimiento de las enfermedades sobre distintos cultivos en el noreste argentino. *Boletín, Vol. 7*. Eds., Miscelánea. INTA-EER Sáenz Peña. Pres. Roque Sáenz Peña.
- Botta GL, Ivancovich AJ, Vicentini R & Formento AN. 1997. Enfermedades (enfermedades de pre y postemergencia-*damping-off*). In: *El Cultivo de la Soja en Argentina*. Agro de Córdoba 4: 226. Eds. Giorda LM & Baigorri HEJ. INTA C. R. Córdoba.
- Calderoni AV & Malamud O. 1966. *Enfermedades de la papa*. *IDIA* 219: 29-36.
- Cabrera MC, Gutiérrez SA & Cúmdom MA. 2009. Tizón por *Phytophthora sojae* en cultivos de soja de la provincia del Chaco (Argentina). *Summa Phytopathologica* 35 (En: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-54052009000100019&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-54052009000100019&script=sci_arttext), consultado en julio de 2014)
- Carranza MR. 1945 Registro Fitopatológico Nro 000305.3 INTA-IMYZA. Castelar. Buenos Aires. *Capsicum annum* L. var. *annuum*, *Phytophthora capsici* Leonian. En Villa Mercedes, San Luis, 12/04/1945 (En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).
- Carranza JM. 1954. Registro Fitopatológico Nro 000589.4 INTA-IMYZA. Castelar. Buenos Aires. *Citrus limón* (L.) Burn, *Phytophthora citrophthora* (R.E.Sm & Leonian. E.H.Sm.). En

- Buenos Aires, 4/8/1954 (En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).
- Carranza JM. 1963. Podredumbre del cuello y raíces de la cineraria (*Senecio cruentus*). *Revista de la Facultad de Agronomía La Plata* 39: 1-9.
- Carrera CJM. 1932. Registro Fitopatológico Nro 00797. INTA-IMYZA. Castelar. Buenos Aires. *Capsicum annuum* L. var. *annuum*, *Phytophthora capsici* Leonian. En La Plata, Buenos Aires. 03/03/1932 (En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).
- Carrera CJM. 1935. Ficha Fitopatológica Nro. 000689.2 Ficheros y Archivos del Instituto de Patología Vegetal INTA. Archivada en: INTA IMYZA Castelar, Buenos Aires. *Citrus sinensis* L. (Osbeck) *Phytophthora parasitica* Dastur. En Villa Dolores, Córdoba. 21/08/1952 (En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).
- Carrera CJM. 1940. Ficha Fitopatológica Nro 000302.1. INTA-IMYZA. Castelar. Buenos Aires. *Capsicum annuum* L. var. *annuum*, *Phytophthora capsici* Leonian. En La Rioja, La Rioja. 14/02/1940 (En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).
- Carrera CJM. 1941a. Ficha Fitopatológica Nro 000302.7. INTA-IMYZA. Castelar. Buenos Aires. *Capsicum annuum* L. var. *annuum*, *Phytophthora capsici* Leonian. En Villa Dolores, Córdoba. 11/431041 (En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).
- Carrera CJM. 1941b. Ficha Fitopatológica Nro. 002289.1. Ficheros y Archivos del Instituto de Patología Vegetal INTA. Archivada en: INTA IMYZA Castelar, Buenos Aires. *Solanum tuberosum* L. *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. En Rosario, Santa Fe. 05/06/1941 (En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).
- Carrera CJM. 1942. Estudio sobre la fisiología de la *Phytophthora capsici* Leonian productora del mildiu o tizón del pimiento en la Argentina. *Revista Facultad Agronomía y Veterinaria*, Universidad de Buenos Aires 10: 156-191.
- Carrera CJM 1945. Registro Fitopatológico Nro 001469.2, INTA-IMYZA. Castelar. Buenos Aires. *Solanum lycopersicum* L., *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. En Rosario, santa Fe, 12 /10/1952 (En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).
- Carrera CJM. 1947. Registro Fitopatológico Nro 001261.1, INTA-IMYZA. Castelar. Buenos Aires. *Juglans regia* L., *Phytophthora citrophthora* (R.E.Sm & Leonian. E.H.Sm.). En Alcuña, La Rioja, 1/08/1947 (En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).
- Carrera CJM. 1949. Ficha Fitopatológica Nro. 002295.8. Ficheros y Archivos del Instituto de Patología Vegetal INTA. Archivada en: INTA IMYZA Castelar, Buenos Aires. *Solanum tuberosum* L.. *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. En Posadas, Misiones. 27/10/1949 (En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).

- Carrera CJM. 1951. Registro Fitopatológico Nro 001261.2, INTA-IMYZA. Castelar. Buenos Aires. *Juglans regia* L., *Phytophthora citrophthora* (R.E.Sm & Leonian. E.H.Sm.). En Capital, Catamarca, 19/10/1951 (En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).
- Carrera CJM. 1952a. Ficha Fitopatológica Nro. 000595.4 Ficheros y Archivos del Instituto de Patología Vegetal INTA. Archivada en: INTA IMYZA Castelar, Buenos Aires. *Citrus limón* L. Burm. *Phytophthora parasitica* Dastur. En Vicente López, Buenos Aires. 13/09/1935 (En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).
- Carrera CJM. 1952b. Registro Fitopatológico Nro 001469.3, INTA-IMYZA. Castelar. Buenos Aires. *Solanum lycopersicum* L., *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. En Corrientes, Corrientes, 28 /09/1945 (En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).
- Carrera CJM.1954. Ficha Fitopatológica N° 002644.Ficheros y Archivos del Instituto de Patología Vegetal INTA. Archivada en INTA IMYZA Castelar, Buenos Aires. *Phoenix dactylifera* L., *Phytophthora palmivora* (E.J. Butler) E. J Butler. En Cruz del Eje, Cordoba 4/8/1954 (En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).
- Carrera CJM. 1954. Ficha Fitopatológica Nro. 000595.6. Ficheros y Archivos del Instituto de Patología Vegetal INTA. Archivada en: INTA IMYZA Castelar, Buenos Aires. *Citrus limón* L. *Phytophthora parasitica* Dastur. En Rosario, Santa fe. 17/12/1954 (En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).
- Carrera CJM. 1958. Registro Fitopatológico Nro 001469.5, INTA-IMYZA. Castelar. Buenos Aires. *Solanum lycopersicum* L., *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. En Coronel Brandsen, Buenos Aires, 09 /10/1958 (En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).
- Castelló WJ. 1986. Cuello negro del tabaco, *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae*, su presencia en la República Argentina VI Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Neuquén, Neuquén, 8-11 abril. Libro de Res s/n.
- Cipolla G. 1948a. Ficha Fitopatológica Nro. 000305.5. Ficheros y Archivos del Instituto de Patología Vegetal INTA. Archivada en:INTA IMYZA Castelar, Buenos Aires. *Capsicum annuum* L. *Phytophthora capsici* Leonian. Taquimilán, Neuquén. 10/03/1948 (En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).
- Cipolla G. 1948b. Ficha Fitopatológica Nro 000589.2. INTA-IMYZA. Castelar. Buenos Aires. *Citrus limon* (L.) Burn, *Phytophthora citrophthora* (R.E. Sm. & E.H. Sm.) Leonian. Gualeguaychú, Entre Ríos. 23/06/1948 En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).
- Cipolla G. 1948c. Ficha Fitopatológica Nro 000688.1. INTA-IMYZA. Castelar. Buenos

- Aires. *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, *Phytophthora citrophthora* (R.E. Sm. & E.H. Sm.) Leonian. En Salta, Salta. 12/04/1948 (En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).
- Cipolla G. 1948d. Ficha Fitopatológica 002295.5. INTA-IMYZA. Castelar. Buenos Aires. *Solanum tuberosum* L. *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Gualeguaychú, Entre Ríos 16/7/1948 (En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).
- Cipolla G. 1948e. Ficha Fitopatológica Nro. 000595.2. Ficheros y Archivos del Instituto de Patología Vegetal INTA. Archivada en:INTA IMYZA Castelar, Buenos Aires. *Citrus limon* (L) Burm. *Phytophthora parasítica* Dastur. En San Pedro, Buenos Aires. 30/09/1948 (En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).
- Colavita ML, Cortese PL, Erezuma V, García Sampedro C, Gaudio G, Kiehr M, Villalba D, Villegas M & Zappacosta D. 2005. Programa de vigilancia fitosanitaria en cultivos hortícolas en la provincia de Río Negro. XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología. III Taller de la Asociación Argentina de Fitopatólogos. Villa Carlos Paz. Córdoba. 19-22 de abril. Libro de Res: 518.
- Colombo M del H. 1988. *Phytophthora capsici* L. agente causal de la podredumbre del cuello y raíz del pimiento bajo cobertura plástica. XI Congreso Argentino de Horticultura. Asociación Argentina de Horticultura (ASAHO), Mendoza, Argentina. 12 al 16 de septiembre de 1988. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Libro de Res: 37.
- Colombo M del H. 1993. *Phytophthora cactorum* agente causal de la muerte de plantas de frutilla llamado también colapso vascular. XVI Congreso Argentino de Horticultura. Ciudad de Corrientes. 20-24 de septiembre. Libro de Res: 104.
- Colombo M del H, Lenscak MP & Ishikawa A. 2001. Colapso vascular de plantines frescos de frutilla por *Phytophthora cactorum*. XXIV Congreso Argentino de Horticultura Medio Ambiente y Sustentabilidad. San Salvador de Jujuy. Jujuy. 12-15 de septiembre. Libro de Res: 114.
- Colombo M del H & Obregón VG. 2009. Principales enfermedades registradas en Corrientes en cultivos de tomate y pimiento en invernadero en el último trienio. II Jornadas de Enfermedades y Plagas en Cultivos Bajo Cubierta. CD: 56. Fac. Cs. Agrarias y Forestales. UNLa Plata. 3-5 de junio.
- Colombo M del H, Lattar T, Cardozo N & Obregón VG. 2011. Muerte de plantas de *Eucalyptus grandis* por *Phytophthora cactorum* en cuello y raíces, Corrientes, Argentina. XXII Reunión de Comunicaciones Científicas, Técnicas y de Extensión. Ciudad de Corrientes. Corrientes. 03-05 de agosto. Libro de Res: Sanidad Vegetal 002 (En: <http://agr.unne.edu.ar/Extension/Res2011/index.htm>, consultado noviembre de 2014).
- Cúndom MA & Cabrera MG. 2004. Primera determinación de *Phytophthora capsici*, patógeno de filodendro. *Agricultura Técnica* 64: 42-45.

- Cúndom MA, Cabrera M & Cejas P. 2006. Mancha foliar de *Chamaedorea elegans* en Corrientes, Argentina. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 77: 82-85.
- Distéfano de Vallone S, Botta GL, Ploper LD, Grijalba PE, Gally ME, Barreto DE & Pérez BA. 1999. Incidencia de *Phytophthora sojae* en cultivos de soja en las Regiones Pampeana Norte y Noroccidental de Argentina. Mercosoja, Rosario, Santa Fe. 21-25 de junio. *Mercosoja* 99: 21-22.
- Dobra AC, Rossini MN, Barnes N & Sosa MC. 2007. Manejo integrado de enfermedades de los frutales de pepita. Cap. XVII. Pp. 586-615. In: *Árboles frutales. Ecología, Cultivo y Aprovechamiento*. Sozzi O (Eds.). 1a. Editorial Fac. de Agronomía. UBA. Buenos Aires. 805pp.
- Dobra AC. Sosa MC, Lutz MC, Rodriguez G, Greslebin AG & Vélez ML. 2011. Fruit rot caused by *Phytophthora* sp. in cold stored pears in the of Valley Rio Negro and Neuquén. *Acta Horticulturae* 909, ISHS 2011.
- Fawcet GL. 1936. Algunos organismos de la gomosis y de la podredumbre del pie del género *Citrus*. *Revista industrial y agrícola de Tucumán* 7: 272.
- Fawcet HS & Bitancourt AA. 1940. Ocurrence, pathogenicity and temperature relations of *Phytophthora* species on citrus in Brazil and others South American countries. Inst. Biol. (São Paulo). *Arquivos do Instituto Biológico XI*: 107-118.
- Feldman JM & Pontis RE. 1960. Enfermedades parasitarias de las plantas cultivadas, señaladas para la provincia de Mendoza. *Revista Argentina de Agronomía* 27: 27-50.
- Feldman JM & Gracia O. 1979. *Phytophthora citrophthora*, nuevo agente del marchitamiento del pimiento en Mendoza. III reunión Nacional de la Sociedad Argentina de Olericultura. 18-20 de septiembre de 1979, Bermejo, Mendoza. Libro de Res: 19.
- Feldman JM & Gracia O. 1981. La podredumbre del tronco del peral causada por *Phytophthora cactorum* en Mendoza. IV Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Ciudad de Córdoba. 19-21 de agosto. Libro de Res: 23.
- Folquer F. 1986. Plagas de Origen Vegetal. Pp. 113-124. In: *La Frutilla o Fresa*. Buenos Aires. 150pp.
- Flores CR, Ridao A del C, Fernández Vera BA, Rivadeneira M & Aguirre CM. 2006. Variabilidad en aislamientos de *Phytophthora cinnamomi* Rands provenientes de cultivos de palta del noroeste argentino. XII Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Catamarca 28-30 junio. Libro de Res: 213-214
- Frezzi MJ. 1938. Podredumbre del pie del naranjo (gomosis) en Bella Vista (Corrientes). *Revista Facultad Agronomía*. (La Plata) 22: 147-154.

- Frezzi MJ. 1940. La *Phytophthora citrophthora*, causante de la podredumbre del pie del naranjo y la gomosis del tronco del limonero, en Corrientes. *Revista Argentina de Agronomía* 7: 165-171.
- Frezzi MJ. 1941. *Phytophthora boehmeriae*, causante de la podredumbre morena de los frutos cítricos, en la República Argentina. *Revista Argentina de Agronomía* 8: 200-205.
- Frezzi MJ. 1942. Podredumbre morena de los frutos cítricos y parásitos que la producen en Corrientes, Argentina. *Revista Argentina de Agronomía* 9: 216-220.
- Frezzi M & Mácola T. 1943. *Phytophthora palmivora* causante de la Podredumbre morena de los frutos cítricos en Córdoba (Argentina). *Revista Argentina de Agronomía* 10: 227-230.
- Frezzi M & Mácola T. 1945. La podredumbre del pie de los Citrus en la provincia de Córdoba, Argentina. Importancia, etiología y medios de lucha. *Revista Argentina de Agronomía* 12: 203-211.
- Frezzi MJ. 1947. Contribución al estudio del *damping-off* o enfermedad de los almácigos en la República Argentina. Instituto de Sanidad Vegetal. Ministerio de Agricultura de la Nación. Año III, Serie A. 30. Ciudad de Buenos Aires. 40pp.
- Frezzi MJ. 1950. Las especies de *Phytophthora* en la Argentina. *Revista de investigación agrícola* 4: 47-133. Eds. INTA.
- Frezzi MJ. 1952. *Phytophthora cinnamomi* y su relación con la muerte de los paltos en Urundel (Salta), Argentina. *Revista Argentina de Agronomía* 19: 214-219.
- Frezzi MJ. 1957. “*Phytophthora cryptogea*” causante de la muerte de “*Populus simonii*”, en Mendoza. *Revista Argentina de Agronomía* 24: 136-143.
- Frezzi MJ. 1977. Especies del género *Pythium* y *Phytophthora* fitopatógenas identificadas en Argentina. *Boletín*. Eds., Serie Didáctica 2. Instituto de Ciencias Agronómicas. UNCba. 96pp.
- Gally M, Grijalba PE & Barreto DE. 1999. Investigación sobre *Phytophthora sojae* (Campaña 1997/98): Relevamiento, aislamiento y prueba de material genético. X Jornada Fitosanitaria Argentinas. San Salvador de Jujuy. 7-9 de abril. Libro de Res.: 48.
- Gally ME, Ramos AM, Dokmetzian D & Lopez SE. 2007. Genetic variability of *Phytophthora sojae* isolates from Argentina. *Mycologia* 99: 877-883.
- Ganem MA, Bains OM & Ramallo CJ. 1992. Determinación de hongos que afectan a la berenjena (*Solanum melongena* L.) en cultivos del NOA. VIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Paraná. Entre Ríos. 8-11 de septiembre. Libro de Res.: s/n
- Gieco JG, Moreno MV & Basigalup DH. 2007. Enfermedades de la alfalfa y abordaje molecular de la selección por resistencia. Pág. 449-476. In: *El Cultivo de la Alfalfa en la Argentina*. Eds. Basigalup DH. Buenos Aires. 479pp.

- Girola C. 1898. Tizón tardío. *Circular N° 36*. Ministerio de Agricultura de la Nación. Ciudad de Buenos Aires. 4pp.
- Godoy EF. 1940. El Mildew o Tizón del pimiento producido por la *Phytophthora capsici* en la República Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía* (La Plata) 24: 235-280.
- Godoy EF. 1941. Ficha Fitopatológica Nro 001469.1. INTA-IMYZA. Castelar. Buenos Aires. *Solanum lycopersicum* L., *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Calilegua, Jujuy. 01/09/1941(En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).
- Godoy EF. 1943. Epifitiología del tizón de la papa en la zona papera sudeste de la provincia de Buenos Aires, durante el verano 1940-41. *Revista de la Facultad de Agronomía*. (La Plata) 25: 97-139.
- González BA, Steciow MM & Arambarri AM. 2003a. Presencia de *Phytophthora cactorum* en lotes de producción comercial de frutillas de la zona norte de la provincia de Buenos Aires. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 38: 264-265.
- González BA, Steciow MM & Arambarri AM. 2003b. *Phytophthora cactorum* en plantines de frutillas. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 38: 265.
- González V, Ramallo CJ, Vázquez de Ramallo NE, Plopper LD & Torres Leal GJ. 1997. Podredumbre del fruto causada por *Phytophthora palmivora* en cultivos de higuera en Tucumán, Argentina. IX Congreso Latinoamericano de Fitopatología, Montevideo, Uruguay. Libro de Res.: 170
- González V, Ramallo CJ, Vázquez de Ramallo NE, Plopper LD & Torres Leal GJ. 1998. Podredumbre del fruto de la higuera causado por *Phytophthora palmivora* en Tucumán, Argentina. *Fitopatología* 33: 228-231.
- Greslebin AG, Hansen EM, Winton L. & Rajchenberg M. 2005. *Phytophthora* species from declining *Austrocedrus chilensis* forests in Patagonia, Argentina. *Mycologia* 97: 218-228.
- Greslebin AG, Hansen EM & Sutton W. 2007. *Phytophthora austrocedrae* sp. nov., a new species associated with *Austrocedrus chilensis* mortality in Patagonia (Argentina). *Mycological Research* 111: 308-316.
- Greslebin AG & Hansen EM. 2010. Pathogenicity of *Phytophthora austrocedrae* on *Austrocedrus chilensis* and its relation with mal del ciprés in Patagonia. *Plant Pathology* 59: 604-612.
- Grijalba PE, Palmucci HE & Morisigue D. 2007. *Phytophthora* spp. Patógeno de *Dieffenbachia* var *Camila* y *Compacta* en cultivos del Gran Buenos Aires, Argentina 9<sup>a</sup> Jornadas Nacionales de Floricultura 14 al 16 de Noviembre de 2007, Salta, Argentina. Libro de Res.: 149.

- Grijalba PE, Palmucci HE & Guillin E. 2008. Identificación de *Phytophthora nicotianae* afectando plantas de *Dieffenbachia picta*. I Congreso Argentino de Fitopatología 28 al 30 de mayo de 2008, Córdoba, Argentina. Libro de Res.:140.
- Grijalba PE, del C Ridaio A & Palmucci HE. 2011. New race of *Phytophthora sojae* in southern Buenos Aires province (Argentina). *Phytopathology* 101: S64.
- Grijalba PE, Palmucci HE, Guillin E & Herrera C 2012. *Phytophthora multivora* agente causal de manchas foliares en *Rhododendron* sp. XIV Jornadas Fitosanitarias Argentinas, San Luis 3-5 de octubre de 2012.
- Grijalba PE, Palmucci HE, Guillin E & Herrera C. 2013. *Phytophthora multivora* causing leaf spot on rhododendrons in Argentina. *New Disease Reports* 27: 20 (En: <http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2013.027.020>, consultado noviembre de 2014).
- Grijalba PE.& Ridaio A del C. 2013. Presencia y determinación de razas de *Phytophthora sojae* en el sur de la provincia de Buenos Aires (Argentina). XXII Congreso Peruano y XVII Congreso Latinoamericano de Fitopatología. Lambayeque. Perú. 01-05 de octubre. Libro de Res.: 33.
- Grijalba PE & Palmucci HE. 2014. Potential hosts of *Phytophthora multivora*. 7th Meeting of IUFRO Working Party 7.02.09 *Phytophthora* in Forests and Natural Ecosystems. 10-14 de noviembre. Esquel. Chubut, Argentina. Libro de Res.:84.
- Grijalba PE, Ridaio AC & Steciow MM. 2014. Prevalencia y caracterización de razas de *Phytophthora sojae* en el sudeste de Buenos Aires. 3er Congreso Argentino de Fitopatología. Tucumán. Libro de Res.: 370.
- Hauman-Merck L. 1915. Les parasites végétaux des plantes cultivées en Argentine et dans les regions limitrophes. *Anales del Museo Nacional de Historia Natural de Buenos Aires* 26: 163-225.
- Herzog LJ & Rista LM 1989. Enfermedades más frecuentes en cultivos de pimiento y tomate bajo invernaderos cercanos a la ciudad de Santa Fe. Actas Congreso ASAGO, Santa FE.
- Hijano EH, Basigalup DH, Bruno OA, León RJ, Rinaldi G. del V & Spada M del C. 1986. Diagnósticos comparativos de problemas radiculares de alfalfa en tres localidades de la Argentina. RAM. *Revista Agropecuaria Manfredi Marcos Juárez* 2: 5-21.
- Hijano EH. 1987. Podredumbre húmeda de la raíz o fitoftora (*Phytophthora megasperma* f. sp. *medicaginis*) de la alfalfa en la Argentina. *Revista agronómica de Manfredi (Córdoba. Argentina)* 3: 13-22.
- Hijano EH & Pérez Fernández J. 1995. Enfermedades de la alfalfa (*Phytophthora megasperma* f. sp. *medicaginis*). Pp. 139-141. In: *La alfalfa en la Argentina*. Hijano EH & Navarro A. (Eds.). INTA C.R. Cuyo. 287 pp.

- Hongn SI, Baino OM, Pahilé T, Canton NV & Ramallo JC. 2003. Hongos fitopatógenos en arándano en Salta y Tucumán. Argentina. XXVI Congreso Argentino de Horticultura, 30-09 al 03-10 de 2003. Paraná, Entre Ríos, Argentina. Libro de Actas: 62.
- Hongn SI. 2005. Enfermedades en el cultivo de arándano. Experiencia Tucumán. Notas. *Infoberry* 1: 24-26.
- Iribarren MJ, González BA, Borassi C, Ferri A & Steciow MM. 2012a. Caracterización morfológica y molecular de aislamientos de *Phytophthora capsici* obtenidos de cultivos hortícolas del NE de la provincia de Buenos Aires. XIV Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Potrero de Los Funes. San Luis. 03-05 de octubre de 2012. Libro de Res.: 61.
- Iribarren MJ, Borassi C, Guillin E, Ferri A, González BA & Steciow MM. 2012b. Identificación molecular de especies de *Phytophthora* en cultivos hortícolas del NE de la Provincia de Buenos Aires. ALAG 2012. XV Congreso Latinoamericano de Genética. XLI Congreso Argentino de Genética. XLV Congreso de la Soc. de Genética de Chile. II Reunión Regional SAG-Litoral. Rosario. Libro de Res.: 220
- Iribarren MJ, Borassi C, Guillin E, Ferri A, González BA & Steciow MM. Estructura genética de *Phytophthora capsici* en el NE de la Provincia de Buenos Aires. ALAG 2012c. XV Congreso Latinoamericano de Genética. XLI Congreso Argentino de Genética. XLV Congreso de la Soc. de Genética de Chile. II Reunión Regional SAG-Litoral. Rosario; Año: 2012. Libro de Res.: 225.
- Iribarren MJ, González BA, Borassi C, Ferri A & Steciow MM. 2012d. Primer reporte de *Phytophthora capsici* en brotes de berenjena en el Noreste de la provincia de Buenos Aires. XIV Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Lugar: Potrero de Los Funes. Libro de Res.: 60.
- Iribarren, MJ, Velez ML, Greslebin A, González BA & Steciow M. 2012e. "First Report of foliar infection of cabbage by *Phytophthora drechsleri* in Argentina". *Plant Disease* 96: 1830.
- Iribarren MJ, González BA & Filippini S. 2012f. "Distribución de *Phytophthora cactorum* en el perfil de un suelo labrado". *Summa Phytopathologica* 38: 17-23.
- Iribarren MJ, Borassi C, Ferri A, Guillin E, González BA & Steciow MM. 2013. Genetic structure of *Phytophthora capsici* populations in the northeast of Buenos Aires Province-Argentina. XXII Congreso Peruano y XVII Congreso Latinoamericano de Fitopatología, Lugar: Lambayeque; Año: 2013. Libro de Res.: 108.
- Iribarren MJ, Yabar M, González BA & Steciow MM. 2014. Caracterización sexual de aislamientos de *Phytophthora nicotianae* de la zona noreste de la Provincia de Buenos Aires. 3er Congreso Argentino de Fitopatología. Tucumán. Libro de Res.: 513.
- Jauch C. 1954. Ficha Fitopatológica Nro. 001469.4. Ficheros y Archivos del Instituto de Patología Vegetal INTA. Archivada en: INTA IMYZA Castelar, Buenos Aires. *Lycopersicon esculentum* Mill. *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. En Longchamps., Buenos Aires, 07/01/1954 (En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).

- Kiehr M, Delhey R & Azpilicueta A. 1996. Enfermedades del zapallo tipo anquito en el sur bonaerense y su manejo. I Taller “El cultivo de zapallo”. Hilario Ascasubi, 8 de noviembre de 1996. 3 pp.
- Kiehr M, Delhey R & Paoloni PJ. 2002. Podredumbre de raíces y cuello de girasol bajo riego, causada por *Phytophthora cryptogea*, en la región pampeana sur. XI Jornadas Fitosanitarias Argentinas, Río Cuarto. Libro de Res.: 65.
- Kligner AE. 1969. *Salvia officinalis* Linn., un nuevo huésped para *Phytophthora drechsleri* Tucker. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Cuyo*: 15: 95-201.
- La Manna L, Greslebin AG & Mateucci SD. 2013. Applying Cost-distance analysis for forest disease risk mapping: *Phytophthora austrocedrae* as an example. *European Journal of Forest Research* 132:877-885.
- Leskovar L. 1978. El Lúpulo. Su cultivo y procesamiento. 1ª Edición. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. 147pp.
- Lidquist JC. 1932. Sobre la presencia de *Phytophthora capsici* en la República Argentina. *Physis*, T. XI: 170-174.
- Lidquist JC. 1935. Registro Fitopatológico Nro. 01126. Ficheros y Archivos del Instituto de Patología Vegetal. INTA. Archivada en: INTA IMYZA Castelar, Buenos Aires. *Rheum rhaponticum* L., *Phytophthora parasitica* Dastur. En La Plata, Buenos Aires. 00/00/1935.
- Lidquist JC. 1938. Muerte de manzanos ocasionada por *Phytophthora cactorum*. *Revista de la Facultad de Agronomía (La Plata)* 21: 195-199.
- Lucero G, Vettrano AM, Pizzuolo P & Vannini A. 2006. First report of *Phytophthora nicotianae* on jojoba in Argentina. *Plant Pathology* 55: 295.
- Lucero G, Vettrano AM, Pizzuolo P, Di Stefano C & Vannini A. 2007. First report of *Phytophthora palmivora* on olive trees in Argentina. *Plant Pathology* 56: 728-728.
- Lucero G, Pizzuolo P, Boiteux J, Hapon MV, Ojer M, Franceschini S, Vettrano AM & Vanini A. 2011. Primer reporte de *Phytophthora cryptogea* sobre cerezo en Argentina. II Congreso Argentino de Fitopatología. 1-3 Junio de 2011, Mar del Plata, Argentina. Libro de Res.: 121.
- Marchionatto JB. 1932. Registro Fitopatológico Nro. 00798. Ficheros y Archivos del Instituto de Patología Vegetal. INTA. Archivada en: INTA IMYZA Castelar, Buenos Aires. *Solanum tuberosum* L.. *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. En Dionisia, Buenos Aires. 21/12/1932.
- Marchionatto JB. 1933. Ficha Fitopatológica Nro. 000302.3. Ficheros y Archivos del Instituto de Patología Vegetal INTA. Archivada en: INTA IMYZA Castelar, Buenos Aires. *Capsicum annuum* L. *Phytophthora capsici* Leonian. En Wilde, Buenos Aires. 22/04/1923(En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).

- Marchionatto JB. 1939. Notas micológicas. *Physis* 15, 133-144.
- Marchionatto JB. 1948. *Tratado de Fitopatología*. Eds. Librería del Colegio. Editorial Sudamericana. Buenos Aires. 537pp.
- Marchionatto JB. 1950. *Enfermedades de las plantas florales*. Eds. Editorial Sudamericana. Compañía Impresora Argentina. Buenos Aires, 135pp.
- Marchionatto JB. 1953. “*Phytophthora cinnamomi*” sobre castaño en la Argentina. *Revista Argentina de Agronomía* 20: 4-6.
- Martinez C & Ivancovich A. 1979. Presencia de *Phytophthora megasperma* var. *sojae* en la pampa húmeda. In Actas VII Reunión Técnica Nacional de soja, Santa Fé, Argentina.
- Mazzanti de Castañón MA. 1972. Enfermedades de las plantas registradas en la provincia de Corrientes. *IDIA Supl.* 28: 7-27
- Mazzanti de Castañón MA, Cúndom MA & Cabrera MG. 1994. Enfermedades en cultivos protegidos de tomate, pimiento y berenjena, en el nordeste argentino. *Horticultura Argentina* 13: 1-8.
- Merlo PA. 1981. *Phytophthora nicotianae* en *Eucalyptus viminalis*. Enfermedad de las almácigas (*damping off*). *Boletín*: 1-4. Eds., Ministerio de Economía. Subsecretaría de Asuntos Agrarios. La Plata. Buenos Aires.
- Micheletto S, Andreoni M & Huarte MA. 1999. Vertical resistance to late blight in wild potato species from Argentina. *Euphytica* 110: 133-138.
- Mitidieri IZM de. 1973. Enfermedades criptogámicas nuevas o poco difundidas en la Argentina. *IDIA* 301: 9-12.
- Mitidieri IZM de. 1976. Enfermedades del zapallito de tronco (*Cucurbita maxima* var. zapallito). INTA, EEA San Pedro, Horticultura.
- Mitidieri IZM de & Scandiani MM. 1989. Nuevos problemas fitopatológicos en el cultivo de la frutilla. VII Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Ciudad de Salta. 5-8 de junio. Libro de Res.: s/n.
- Mitidieri IZM de. 1995. Principales enfermedades del tomate cultivado bajo invernáculo: manejo integrado. En: Seminario Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en Cultivos Hortícolas Bajo Cubierta. Pág. s/n. San Pedro. Buenos Aires. 27-28 de junio (En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).
- Mitidieri MS & Polack LA. 2005. *Manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos de tomate y pimiento bajo cubierta*. Jornada de Actualización. Manual: Sección 8. San Pedro. Buenos Aires. 13 de diciembre (En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).

- Offermann AM. 1939. Ficha Fitopatológica Nro. 002300.2. Ficheros y Archivos del Instituto de Patología Vegetal INTA. Archivada en: INTA IMYZA Castelar, Buenos Aires. *Solanum tuberosum* L.. *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. En La Plata, Buenos Aires. 31/10/1939(En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).
- Oriolani EJA & Gatica ME. 1980. Enfermedades causadas por hongos y bacterias en cultivos hortícolas de las provincias de Mendoza y San Juan. *Boletín Hortícola* 1: 46-47.
- Paganini AH. 2004. Enfermedades que afectan al cultivo de arándanos. *Infoberry* 1: 18-19.
- Paoloni PJ, Delhey R & Kiehr M. 2002. Enfermedades en cultivos de girasol para producción de semilla híbrida bajo riego, en el Valle Bonaerense del Río Colorado, Argentina. XI Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Fac. de Agronomía y Veterinaria. UNRío Cuarto. Córdoba. 26-28 de junio. Libro de Res.: 66.
- Palmucci HE, Grijalba PE, Guillin E, Farías L, Mantz G & Wolcan S. 2008a *Phytophthora cinnamomi* agente causal de podredumbre basal en casuarina. I Congreso Argentino de Fitopatología 28 al 30 de mayo de 2008, Córdoba Argentina. Libro de Res.: 142.
- Palmucci HE, Wolcan SM & Grijalba PE. 2008b. Status of the genera *Phytophthora* and *Pythium* in Argentina 9th International Congress of Plant Pathology ICPP 2008, Torino August 24-29. Disertación. En: <http://www.phytophthoradb.org/slides.php?a=dv2&name=O24Palmucci>
- Palmucci HE, Grijalba PE & Wolcan S. 2011a. Identificación morfológica-molecular de especies de *Phytophthora* en Argentina. 2º Congreso Argentino de Fitopatología. Mar del Plata. Buenos Aires. 01-03 de junio. Libro de Resúmenes: 128.
- Palmucci HE, Grijalba P, Wolcan S, Herrera C, Fantino E, Steciow M & Abad G. 2011b. Morphological-molecular characterization of *Phytophthora*, *Pythium* and *Phytophythium* on intensive crops in Buenos Aires-Argentina. *Phytopathology* 101: 136.
- Palmucci HE, Grijalba PE, Guillin E, Wolcan S, López MV, Herrera C & Fantino E. 2011c. First report of *Phytophthora nicotianae* affecting *Dieffenbachia picta* in Argentina. *Tropical Plant Pathology* 36: 327-331.
- Palmucci HE, Grijalba PE & Wolcan S. 2012. Identificación de *Phytophthora nicotianae* y *Pythium* sp. nov. afectando *Schlumbergera truncata* en la provincia de Buenos Aires. XIV Jornadas Fitosanitarias Argentinas, San Luis 3-5 de octubre de 2012. Libro de Res.: 33.
- Palmucci HE, Wolcan SM & Grijalba PE. 2013. First confirmed report of basal rot of *Chamaelucium uncinatum* caused by *Phytophthora nicotianae* in Argentina. *Australasian Plant Diseases Notes*: 1-3.
- Pelayo JB. 1935. Ficha Fitopatológica Nro. 002300.1 Ficheros y Archivos del Instituto de Patología Vegetal INTA. Archivada en: INTA IMYZA Castelar, Buenos Aires. *Solanum tuberosum* L.. *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. En San Carlos de Bariloche, Río Negro. 14/02/1935(En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).

- Pereda FC. 1955. Ficha Fitopatológica N °000513 INTA- IMIZA, Castelar, Buenos Aires. *Citrus sinensis* L. (Osbeck). *Phytophthora syringae*. Kleb. Chajarí, Entre Ríos. 18/01/1955(En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).
- Pontis RE. 1941. El mal de la tinta del nogal en la República Argentina. *Revista Argentina de Agronomía*. Vol. 8: 317-325.
- Pontis RE. 1945. *Phytophthora capsici* en frutos de zapallito de tronco. *Revista Argentina de Agronomía* 12: 17-21.
- Pontis RE & Feldman JM. 1958. La podredumbre zonal de los frutos de tomate en Argentina causada por *Phytophthora capsici*. *Revista Argentina de Agronomía* 25: 95-100.
- Pontis RE & Feldman JM. 1959. La podredumbre del cuello y las raíces de *Callistephus chinensis* en la Argentina, causada por *Phytophthora cryptogea*. *Revista Argentina de Agronomía* 26: 17-22.
- Pontis RE & Feldman JM. 1960. La podredumbre del cuello del manzano causada por *Phytophthora cactorum* en la provincia de Mendoza. Sesiones Científicas de Biología. Ciudad de Mendoza. Libro de Res.: 74.
- Pontis RE. 1960. Enfermedades parasitarias de las plantas cultivadas, señaladas para la provincia de Mendoza (Argentina). *Revista Argentina de Agronomía* 27: 27-50.
- Ploper LD, Grijalba P, Gally ME & Barreto DE. 1998. Reacción a *Phytophthora sojae* de variedades y líneas avanzadas de soja adaptadas al noroeste argentino. *Avance-Agroindustrial* 18: 23-26.
- Ploper LD, Gonzalez V & Ramallo NV de. 1999 Presencia de *Phytophthora sojae* en lotes de soja de Tucumán y Salta. *Avance-Agroindustrial* 19: 16-19.
- Prioletta SM, García CD & Bellacomo MC. 2006. Identificación de las enfermedades de tomate, papa y pimiento en el valle bonaerense del Río Colorado. XXIX Congreso Argentino de Horticultura. San Fernando del Valle de Catamarca. 20-23 de septiembre. Libro de Res.: 69-70.
- Raggi A. 1945. Ficha Fitopatológica Nro. 000305.2. Ficheros y Archivos del Instituto de Patología Vegetal INTA. Archivada en:INTA IMYZA Castelar, Buenos Aires. *Capsicum annum* L.. *Phytophthora capsici* Leonian. En Andalgalá, Catamarca. 12/04/1945(En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).
- Rivera MC, Delfino OSF, Wright ER & Rivera González A. 2000. Respuesta de cultivares de *Catharanthus roseus* frente a *Phytophthora parasítica*. *Horticultura Argentina* 19: 52-55.
- Roig JM, Galmarini CR & Piccolo RJ. 2009. Identificación de razas de *Phytophthora capsici* Leo. en la provincia de Mendoza. XXXII Congreso Argentino de Horticultura. Ciudad de Salta. Salta. 23-26 de septiembre. Libro de Res.: 342.

- Rossini M, Dobra A & Di Masi S. 1992. *Phytophthora capsici* en hortalizas del Alto Valle de Río Negro y Neuquén. VIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Paraná. Entre Ríos. 8-11 de septiembre. Libro de Res.: s/n
- Rossini M, Dobra A & Di Masi S. 1997. Las podredumbres radicales y del cuello en manzanos y perales en Alto Valle de Río Negro y Neuquén. *Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA)* 28: 73-79.
- Sarasola AA & de Sarasola MAR. 1959. Enfermedades del eucalipto en la Argentina *IDIA* 139: 1-11.
- Schechaj R. 1954. Evaluación de las variedades de papa según su resistencia a *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, en plantaciones de primavera-verano en la estación experimental "El Suncho", Catamarca. *Revista Agronómica Noroeste Argentino*. 1: 135-155.
- Spegazzini C. 1887. Fungi patogenici. *Boletín de la Academia de Ciencias de Córdoba* 11: 1-62.
- Spegazzini C. 1891. Phycomyceteae Argentinae. *Revista Argentina de Historia Natural* 1: 28-38.
- Spegazzini C. 1902. *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires*. 8 (serie 2<sup>a</sup>):67.
- Spegazzini C. 1925. Ficomicetes Argentinas. Nuevas o críticas. *Revista Argentina de Botánica* 1: 87-93.
- Stein BE & Torres Leal GJ. 1991. Podredumbre marrón de las frutas cítricas. *Avance agroindustrial*. 12: 23-24 (En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado julio de 2014).
- Traversi BA. 1948. Ficha Fitopatológica Nro. 000305.6. Ficheros y Archivos del Instituto de Patología Vegetal INTA. Archivada en: INTA IMYZA Castelar, Buenos Aires. *Capsicum annum* L.. *Phytophthora capsici* Leonian. En San Miguel de Tucumán, Tucumán. 15/04/1948(En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).
- Vázquez de Ramallo NE. 1978. *Cylindrocladium* sp. asociado con el declinamiento de palto. III Jornadas Fitosanitarias Argentinas. San Miguel de Tucumán. 6-8 de septiembre. Libro de Res: 661-668.
- Vázquez de Ramallo NE. 1989. Tizón de la hoja del ricino (*Ricinus communis* L.) causado por *Phytophthora parasitica* Dastur. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán* 66: 135-141.
- Veccietti NB & Zapata SR. 2005. Enfermedades que afectan al cultivo del kenaf en la provincia de Salta, Argentina. XIII Congreso Latinoamericano De Fitopatología. III Taller de la AAF. Libro de Res.: 471

- Velasco B & Pontis RE. 1977. Una podredumbre del cuello y de las raíces de berenjena en la Argentina, causada por *Phytophthora capsici*. VIII Jornadas y Primer Congreso Argentino de Micología. Libro de Res 415-419.
- Velasco BF. 1981. Microorganismos presentes en semillas de zapallo. IV Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Facultad de Ciencias Agropecuarias UNCb Córdoba. 19 - 21 de agosto. Libro de Res.: 20.
- Velasco B & Perinetti G de. 1990. Microorganismos presentes en semillas de melón. XIII Congreso Argentino de Horticultura. Ciudad de Salta. 24-28 de septiembre. Libro de Res.: 42.
- Velasco B & Camargo A. 1994. Espárrago (*Asparagus officinalis* L.), hongos y bacterias que lo afectan. 7º Congreso Latinoamericano de Fitopatología, Santiago de Chile. Libro de Res.: 66-67.
- Velasco BF, Del Toro S, Linardelli C & Castellano SR. 1997. Estado sanitario de los viveros de olivo en la región del Nuevo Cuyo-Argentina. IX Congreso Latinoamericano de Fitopatología. Montevideo. Uruguay. 12-17 octubre. Libro de Res.: 237.
- Vélez ML, Silva PV, Troncoso OA & Greslebin AG. 2012. Alteration of physiological parameters of *Austrocedrus chilensis* by the pathogen *Phytophthora austrocedrae*. *Plant Pathology* 61:877-888.
- Vélez ML, Coetzee MPA, Wingfield MJ, Rajchenberg M & Greslebin AG. 2013. Evidence of low levels of genetic diversity for the *Phytophthora austrocedrae* population in Patagonia, Argentina. *Plant Pathology* 63: 212-220.
- Vigliola MI & Calot L. 1982. *Hortalizas, enfermedades en poscosecha*. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires. 80 pp.
- Vigliola MI, Calot L & Vallejo H. 1984. Podredumbre en frutilla producida por *Phytophthora cactorum*. VII Reunión Nacional de SAO. San Pedro. Buenos Aires. Septiembre. Libro de Res.: 108.
- Vitoria ER. 1941. Ficha Fitopatológica Nro. 000305.1. Ficheros y Archivos del Instituto de Patología Vegetal INTA. Archivada en: INTA IMYZA Castelar, Buenos Aires. *Capsicum annum* L.. *Phytophthora capsici* Leonian. En Santa Rosa, La Pampa. 05/03/1941(En: <http://www.rian.inta.gov.ar/atlas/>, consultado noviembre de 2014).
- Waterhouse GM.1957. *Phytophthora citricola*, Sawada, (Syn. *Ph. cactorum* var *applanata* Chester.) *Transactions of the British Mycological Society*. 40: 349-357.
- Wolcan SM & Lori GA. 2001. Basal rot of geraldton waxplant caused by *Phytophthora boehmeriae*. *Plant Disease* 85: 98.

- Wolcan SM, Grego PJ, López A, Rollán MC & Alippi AM. 2005. Enfermedades que afectan la producción de flor de cera (*Chamelaucium uncinatum*). VII Jornadas Nacionales de Floricultura. Trevelín, Chubut, Argentina. 19 al 21/10/2005. Soporte electrónico: CD.
- Wolcan SM & Ronco LB. 2006. Caracterización de cepas de *Phytophthora cryptogea* aisladas de distintos hospedantes cultivados bajo cobertura. Jornadas de enfermedades en cultivos bajo cubierta. La Plata, Buenos Aires. 29-30 de junio de 2006. Libro de Res: 94-95.
- Wolcan S, Ronco L & Lori G. 2007. Podredumbres basales de *Gypsophila paniculada* (Caryophyllaceae) en la Argentina. Agentes causales y su patogenicidad potencial sobre *Dianthus caryophyllus* (Caryophyllaceae). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 42: 159 -167.
- Wolcan SM & Palmucci HE. 2011. Caracterización morfológica, biológica y molecular de *Pythium* spp asociadas con nuevos hospedantes en la Argentina. *Revista de la Sociedad Argentina de Botánica* 46S: 219.
- Wright ER, Pérez BA, Fernández RL, Ascitutto K, Rivera MC, Murillo F, Vásquez P, Divo de Sesar M, Pérez A, Aguilar Heredia L, Rosato MF, Crelier A & Baldomá JA. 2005. *Conocimiento actual sobre enfermedades de arándano*. I Congreso Latinoamericano de arándanos y otros berries. Ciudad de Buenos Aires. 16 de septiembre. Libro de Res.: 113-117.